



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño del proceso productivo de bandejas
biodegradables a partir de fécula de maíz**

Trabajo de Investigación

**Luis Francisco García Calopiña
Andrea Carolina García Coronado
Pablo César Olaya Castillo
Gabriela Paola Rosas Namuche
Daniela Nicole Vignolo Urbina**

Asesor(es):
Dr. Ing. Dante Arturo Martin Guerrero Chanduví

Piura, noviembre de 2019



Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar el proceso productivo de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz. Para el desarrollo del proyecto, primero se investigó sobre los antecedentes y situación actual de los plásticos y del maíz, así como su problemática. Luego se analizaron las diferentes pruebas experimentales realizadas para lograr obtener una bandeja óptima con las mejores características y al menor costo. Para el diseño del proceso productivo, se realizó un estudio muy detallado de la correcta distribución y localización de la planta; así como, evaluar y detallar los manuales de procedimientos y de organización. Se realizó un estudio de mercado para determinar la demanda potencial de este nuevo producto en la provincia de Piura, y obtener la aceptación y comentarios de nuestro público objetivo. Finalmente, se realizó un análisis financiero donde los indicadores financieros demostraron la rentabilidad positiva del proyecto y su clara viabilidad.



Abstract

This paper aims to design the production process of biodegradable trays from cornstarch. For the development of the project, we first investigated the background and current situation of plastics and corn, as well as their problematic. Then we analyzed the different experimental tests performed to obtain an optimal tray with the best features and the lowest cost. For the design of the production process, a very detailed study of the correct distribution and location of the plant was carried out; as well as, evaluate and detail the procedures and organization manuals. A market study was conducted to determine the potential demand for this new product in the province of Piura and obtain acceptance and comments from our target audience. Finally, a financial analysis was carried out where the financial indicators demonstrated the positive profitability of the project and its clear viability.

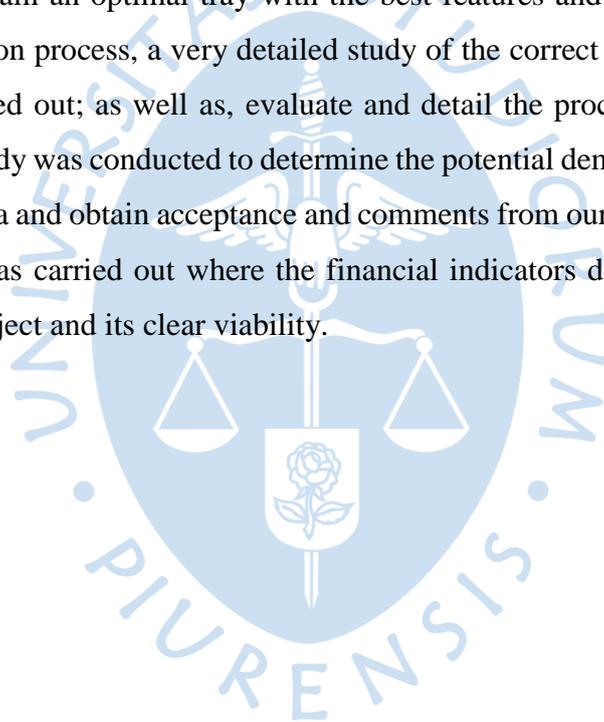




Tabla de contenido

Introducción	1
Capítulo 1. Antecedentes.....	3
1.1. Antecedentes de la contaminación ambiental por plásticos	3
1.1.1. A nivel mundial.....	3
1.1.2. A nivel nacional	7
1.1.3. A nivel local	8
1.2. Antecedentes del maíz.....	10
1.2.1. Usos del maíz.....	12
1.2.2. Alimento.....	12
1.2.3. Materia prima para la industria	14
1.2.4. Usos medicinales.....	14
1.2.5. Artesanías	15
Capítulo 2. Situación Actual	17
2.1. Situación actual del sector industrial del maíz	17
2.1.1. Proceso agrícola del maíz.....	17
2.1.2. Situación actual mundial	19
2.1.3. Situación actual en Perú	22
2.1.4. Situación actual en Piura	22
2.2. Situación actual del sector de plásticos biodegradables	23
2.2.1. Evolución del mercado de plásticos biodegradables en Perú.....	28

Capítulo 3. Marco Teórico	31
3.1. Maíz	31
3.1.1. El maíz amarillo duro	31
3.1.2. Maíz Amiláceo	32
3.2. Propiedades Físicas y Químicas del Almidón de maíz.....	36
3.3. Envases biodegradables	38
3.3.1. Definición de envases compostables y biodegradables.....	38
3.3.2. Características de los envases biodegradables	39
3.3.3. Ventajas y desventajas del de envases biodegradables	39
3.4. Polímeros	40
3.4.1. Polimerización.....	42
3.4.2. Principales polímeros en la industria y sus propiedades	43
3.5. Normas técnicas.....	47
3.5.1. Normas sanitarias y de seguridad para la elaboración	47
3.5.2. Normas de calidad y biodegradabilidad para envases biodegradables	49
Capítulo 4. Metodología.....	51
4.1. Planteamiento del problema	51
4.1.1. Problemáticas y causas directas	51
4.1.2. Impacto en la sociedad	52
4.2. Objetivos.....	53
4.2.1. Objetivo general	53
4.2.2. Objetivos específicos.....	53
4.3. Justificación y beneficios.....	53
4.4. Formulación de la hipótesis	54
4.5. Técnicas y metodologías	54
4.5.1. Brainstorming o lluvia de ideas.....	54
4.5.2. Árbol de problemas	55

4.5.3.	Diagrama de Ishikawa.....	55
4.5.4.	Investigación de Mercado	56
4.5.5.	Juicio de experto.....	57
4.5.6.	Metodología para diseñar el proceso.....	58
4.5.7.	Metodología de experimentación.....	59
Capítulo 5. Estudio de Mercado.....		61
5.1.	Planteamiento de la oportunidad	61
5.1.1.	Descripción de oportunidad en el mercado	61
5.1.2.	Clientes potenciales.....	61
5.2.	Objetivos de estudio	62
5.2.1.	Objetivo general.....	62
5.2.2.	Objetivos específicos.....	62
5.3.	Diseño de la investigación.....	62
5.3.1.	Encuestas.....	62
5.3.2.	Focus Group.....	63
5.4.	Resultados.....	64
5.4.1.	Encuestas.....	64
5.4.2.	Focus Group.....	67
5.5.	Conclusiones de la investigación.....	68
5.6.	Determinación de la demanda potencial.....	69
Capítulo 6. Diseño del Proceso		71
6.1.	Insumos.....	71
6.2.	Proceso de Elaboración	72
6.2.1.	Tecnología.....	72
6.2.1.1.	Maquinaria utilizada en el proceso para la obtención de fécula de maíz..	72
6.2.1.2.	Maquinaria usada para la obtención de bandejas biodegradables	76
6.3.	Parámetros de Calidad	77

6.4.	Localización de Planta.....	78
6.4.1.	Alternativas de localización.	79
6.4.2.	Macro localización	79
6.4.3.	Micro localización.....	80
6.5.	Disposición de la Planta	81
6.5.1.	Tabla de interrelaciones.	82
6.5.2.	Diagrama relacional de actividades.....	85
6.5.3.	Cálculo área requerida.....	87
6.5.4.	Diagrama de bloques.....	93
6.5.5.	Plano de la alternativa escogida	94
6.6.	Manual de Organización de Funciones (MOF).....	95
6.7.	Manual de Procedimientos (MAPRO).....	103
Capítulo 7.	Experimentación.....	113
7.1.	Pruebas experimentales	113
7.2.	Resultados de las pruebas para medir las variables cualitativas.....	118
Capítulo 8.	Análisis Financiero.....	123
8.1.	Estructura de costos.....	123
8.2.	Estados financieros y Proyecciones de ventas.....	128
8.3.	Indicadores Financieros.....	130
Conclusiones y recomendaciones.....		131
Referencias Bibliográficas		133
Apéndices.....		139
Plano.....		141

Lista de tablas

Tabla 1. Flujos globales de materiales de empaque de plástico en 2013	5
Tabla 2. Consolidado de Residuos Sólidos y Otros de la ciudad de Piura.....	9
Tabla 3. Composición física de los residuos sólidos en la ciudad de Piura	9
Tabla 4. Denominaciones por países.....	10
Tabla 5. Tipos de maíz	11
Tabla 6. Uso del maíz por países (región).....	12
Tabla 7. Razas de maíz amiláceo en el Perú	34
Tabla 8. Clasificación de las razas de maíz Amiláceo	35
Tabla 9. Composición nutricional del almidón	37
Tabla 10. Propiedades fisicoquímicas del almidón de maíz	37
Tabla 11. Materia prima e insumos para utilizar.....	71
Tabla 12. Alternativas de localización.....	79
Tabla 13. Método de factores ponderados para macro localización.....	79
Tabla 14. Método de factores ponderados para micro localización.....	80
Tabla 15. Áreas de trabajo identificadas que deberán estar ubicadas dentro de la planta.	82
Tabla 16. Leyenda para la Tabla de relaciones.....	82
Tabla 17. Razones para las relaciones.....	83
Tabla 18. Tabla relacional de recorridos y/o actividades.....	84
Tabla 19. Estaciones dentro del Área de Producción.....	84
Tabla 20. Código de proximidades.....	85
Tabla 21. Área total de producción para elementos fijos.....	88
Tabla 22. Área total de producción para elementos móviles.....	89
Tabla 23. Área total de almacén de insumos para elementos fijos.....	89
Tabla 24. Área total de almacén de insumos para elementos móviles.....	89
Tabla 25. Área total de almacén de productos terminados para elementos fijos.....	90
Tabla 26. Área total de almacén de productos terminados para elementos móviles.....	90

Tabla 27. Área total de la entrada de los materiales para elementos móviles.....	90
Tabla 28. Área total de la carga de productos terminados para elementos móviles.	90
Tabla 29. Área total para la oficina de gerencia para elementos fijos	91
Tabla 30. Área total para la oficina de gerencia para elementos móviles.....	91
Tabla 31. Área total para la oficina de marketing y ventas para elementos fijos.....	91
Tabla 32. Área total para la oficina de marketing y ventas para elementos móviles.	91
Tabla 33. Área total para la oficina de producción para elementos fijos.	91
Tabla 34. Área total para la oficina de producción para elementos fijos.	91
Tabla 35. Área total para la oficina de administración para elementos fijos.	92
Tabla 36. Área total para la oficina de administración para elementos móviles.....	92
Tabla 37. Área total para el comedor para elementos fijos.....	92
Tabla 38. Área total para el comedor para elementos móviles.	92
Tabla 39. Superficie requerida por cada área de la planta.....	92
Tabla 40. Evaluación multicriterio.....	94
Tabla 41. Descripción del puesto de trabajo del Gerente General	95
Tabla 42. Descripción del puesto de trabajo del Jefe de Producción.....	96
Tabla 43. Descripción del puesto de trabajo del Supervisor de Calidad.....	97
Tabla 44. Descripción del puesto de trabajo de los Operarios de Producción	97
Tabla 45. Descripción del puesto de trabajo del Supervisor de Almacén.....	98
Tabla 46. Descripción del puesto de trabajo de los Auxiliares de Mantenimiento	99
Tabla 47. Descripción del puesto de trabajo del Jefe de Administración	100
Tabla 48. Descripción del puesto de trabajo del Jefe de Logística	100
Tabla 49. Descripción del puesto de trabajo del Asistente contable	101
Tabla 50. Descripción del puesto de trabajo del Jefe de Marketing y Ventas	102
Tabla 52. Materiales utilizados en experimentación.....	115
Tabla 53. Cantidades de materiales para la muestra 1	116
Tabla 54. Resultados de muestra 1	116
Tabla 55. Cantidades de materiales para la muestra 2	116
Tabla 56. Resultados de muestra 2.....	117
Tabla 57. Cantidades de materiales para la muestra 3	117
Tabla 58. Resultados de muestra 3.....	117
Tabla 59. Cantidades de materiales para la muestra 4	117
Tabla 60. Resultados de muestra 4.....	118
Tabla 61. Cantidades de materiales para la muestra 5	118

Tabla 62. Resultados de muestra 5	118
Tabla 63. Medición de fuerza para la prueba de resistencia de tracción.....	119
Tabla 64. Resultados de ensayos fisicoquímicos	121
Tabla 65. Relación DQO/DBO	122
Tabla 66. Inversión de activos fijos.	123
Tabla 67. Costos de materia prima.....	124
Tabla 68. Costo MOD de operario de producción	124
Tabla 69. Costo MOD de jefe de producción.....	124
Tabla 70. Costo total de MOD por lote	125
Tabla 71. Depreciación de maquinaria y equipos	125
Tabla 72. Consumo de electricidad por lote.....	125
Tabla 73. Costo de servicios	126
Tabla 74. Costo de insumos	126
Tabla 75. Costo MOI de auxiliares de mantenimiento.....	126
Tabla 76. Costo MOI de supervisor de almacenamiento	126
Tabla 77. Costo MOI de asistente contable.....	127
Tabla 78. Costo MOI de jefe de logística.....	127
Tabla 79. Costo MOI de jefe de administración	127
Tabla 80. Costo MOI de jefe de marketing.....	127
Tabla 81. Costo MOI de supervisor de calidad.....	127
Tabla 82. Costo MOI de gerente general	127
Tabla 83. Costo total de MOI por lote	128
Tabla 84. Costos por lote.....	128
Tabla 85. Presupuesto de ingresos	129
Tabla 86. Tabla de amortización del préstamo en anualidades.....	129
Tabla 87. Flujo de caja	130
Tabla 88. Indicadores del proyecto	130



Lista de Figuras

Figura 1. Crecimiento en la producción mundial de plásticos entre 1950 y 2014.	3
Figura 2. Participación en la producción mundial de plásticos (%).	4
Figura 3. Número de residuos de plástico recolectados por milla en el Perú en 2016.	7
Figura 4. Usos del maíz en países productores e importadores.	13
Figura 5. Estimación de la producción mundial de maíz.	19
Figura 6. Exportaciones e importaciones mundial sobre el maíz.	20
Figura 7. Principales exportadores que lideran los mercados mundiales en la venta de maíz.	20
Figura 8. Uso del maíz por segmento.	21
Figura 9. Superficie cosechada, producción, rendimiento y precio en chacra de cultivos monitoreados por la DGSEP, 2017.	23
Figura 10. Tipos de plásticos biodegradables.	25
Figura 11. Clasificación de plásticos por procedencia y calidad del material.	25
Figura 12. Producción global de bioplásticos.	26
Figura 13. Porcentajes de utilización de materias primas para la producción de plásticos biodegradables.	26
Figura 14. Producción global de bioplásticos por segmento del mercado (2016).	27
Figura 15. Producción de Maíz Amarillo Duro 2009-2017.	32
Figura 16. Producción de maíz Amiláceo 2009-2017.	33
Figura 17. Polimerización por condensación.	42
Figura 18. Polimerización por adición.	43
Figura 19. Poliestireno expandido en forma de envase.	44
Figura 20. Lámina de policarbonato para techo.	45
Figura 21. Film de polietileno.	45
Figura 22. Tubos de PVC.	46
Figura 23. Filamento de PLA.	47
Figura 24. Brainstorming o lluvias de ideas.	54

Figura 25. Diagrama de árbol de problemas.	55
Figura 26. Diagrama Causa – Efecto.	56
Figura 27. Distribución de encuestado por género.....	64
Figura 28. Distribución de encuestados por rango de edad.....	64
Figura 29. Distribución de encuestados por la frecuencia de uso de bandejas descartables....	65
Figura 30. Distribución de encuestados por importancia de uso de descartables.	65
Figura 31. Usos de las bandejas descartables.....	65
Figura 32. Características que aprecian los clientes.....	66
Figura 33. Usos después de utilizarla.....	66
Figura 34. Interesados en reemplazar los platos descartables.....	66
Figura 35. Precio a pagar.....	67
Figura 36. Máquina de limpieza de granos de maíz.....	72
Figura 37. Máquina de secado.....	73
Figura 38. Máquina trituradora de maíz.....	73
Figura 39. Máquina maceradora.....	74
Figura 40. Máquina tamizadora vibrante	75
Figura 41. Máquina centrifugadora.....	75
Figura 42. Máquina secador flash	76
Figura 43. Maquina mezcladora térmica.....	76
Figura 44. Maquina extrusora	77
Figura 45. Máquina prensadora.....	77
Figura 46. Ubicación geográfica del local comercial a alquilar.....	81
Figura 47. Parte frontal del local comercial.....	81
Figura 48. Propuesta 1 de distribución de las áreas de planta.....	85
Figura 49. Propuesta 2 de distribución de las áreas de planta.....	86
Figura 50. Propuesta 1 de distribución de las estaciones dentro del área de producción.....	86
Figura 51. Propuesta 2 de distribución de las estaciones dentro del área de producción.....	86
Figura 52. Propuesta 3 de distribución de las estaciones dentro del área de producción.....	87
Figura 53. Primera alternativa del diagrama de bloques.....	93
Figura 54. Segunda alternativa del diagrama de bloques.....	93
Figura 55. Organigrama de la empresa.	95
Figura 56. Manual de Procedimientos.....	103
Figura 57. Diagrama de flujo - Recepción de materia prima.	104
Figura 58. Diagrama de flujo - Limpieza.....	105

Figura 59. Diagrama de flujo - Secado 1.	105
Figura 60. Diagrama de flujo - Trituración 1.	106
Figura 61. Diagrama de flujo - Maceración.	107
Figura 62. Diagrama de Flujo - Trituración 2.	107
Figura 63. Diagrama de flujo - Tamizado.	108
Figura 64. Diagrama de flujo - Centrifugación.	109
Figura 65. Diagrama de Flujo - Secado 2.	109
Figura 66. Diagrama de Flujo – Mezclado y cocción.	110
Figura 67. Diagrama de flujo - Extrusión.	111
Figura 68. Diagrama de flujo - Prensado y moldeado.	111
Figura 69. Diagrama de flujo - Etiquetado.	112
Figura 70. Proceso de experimentación	114





Introducción

Cada vez son más las noticias sobre los efectos que está sufriendo el planeta por la contaminación ambiental, nuestro futuro depende de la conciencia que tomemos sobre el daño que está causando este problema. Una de las principales causas de la contaminación son los plásticos de un solo uso que inundan el planeta, usar estos polímeros derivados del petróleo se ha convertido en un problema crítico para la sociedad, pues demoran prolongadas generaciones en degradarse y en su mayoría terminan en el mar, afectando a la flora y fauna, y en el largo plazo a los seres humanos.

El presente proyecto ha tenido como principal motivación contribuir a salvar el planeta del daño que está sufriendo, por ello se ha buscado sustituir un producto hecho de plásticos convencionales y usado mayormente por la población mundial como descartable, por uno nuevo que este hecho de un recurso natural, como la fécula de maíz, para que sea biodegradable y por lo tanto amigable con el ambiente.

Desarrollar el proyecto tiene una gran importancia para la sociedad, pues presenta una alternativa ecológica en el uso de envases descartables. Además, es importante el uso adecuado y racional de los envases desechables, por lo que depende de la población mundial crear un lugar donde habiten las nuevas generaciones que sea verde y biodiverso.



Capítulo 1

Antecedentes

En este capítulo se estudiarán y analizarán los antecedentes que dan razón a la realización de este proyecto: Antecedentes de la contaminación ambiental por plásticos a nivel mundial y regional; y los antecedentes del maíz, investigación de su uso doméstico e industrial.

1.1. Antecedentes de la contaminación ambiental por plásticos

1.1.1. A nivel mundial

El informe “La nueva economía de los plásticos: repensar el futuro de los plásticos” presentado por Foro Económico Mundial y la Fundación Ellen MacArthur (2016) en Suiza, reconoce que, si bien los plásticos se han convertido en el material omnipresente en la economía moderna, ya que gracias a sus propiedades funcionales inigualables a su bajo costo, su uso se ha incrementado 20 veces en la última mitad del siglo XXI.

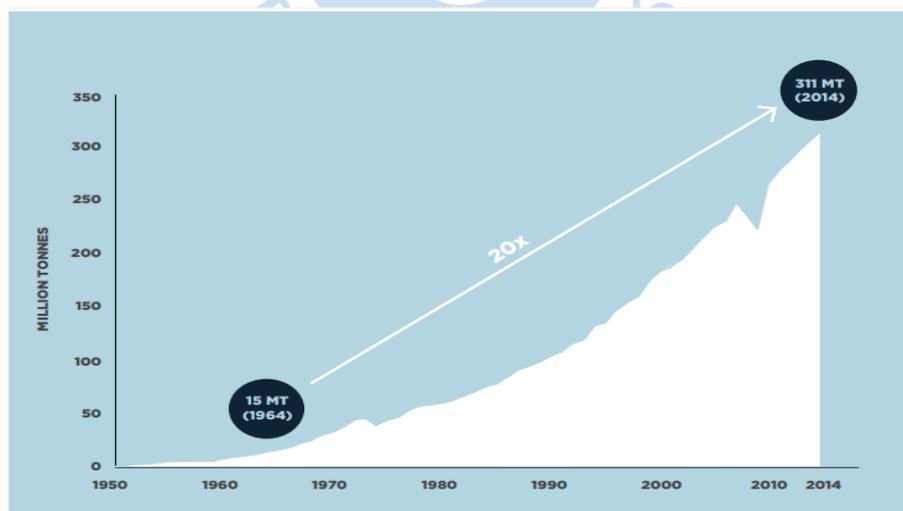


Figura 1. Crecimiento en la producción mundial de plásticos entre 1950 y 2014.

Fuente: Tomado y adaptado de Foro Económico Mundial y la Fundación Ellen MacArthur¹

¹ Recuperado de: http://prohumana.cl/wp-content/uploads/2018/10/NPEC-Hybrid_English_22-11-17_Digital.pdf

Según la Environmental Protection Agency (EPA), solo en Estados Unidos, en 2009, se generaron 13 millones de toneladas de plásticos en envases y embalajes, cerca de 11 millones de toneladas en objetos duraderos entre los que destacan electrodomésticos y casi 7 millones de toneladas en objetos no duraderos como platos y tazas. En los países desarrollados se observa un uso mayor de este material; por ejemplo, el consumo per cápita en Estados Unidos es de 80 kg, en Europa 60 kg, y en países como la India es de 2 kg. (Julieth Yadira Serrano Riaño, 2010). Un informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) señaló que en 2005 se encontraban más de 13000 fragmentos de desechos plásticos flotando sobre cada kilómetro cuadrado del océano. Catorce años después, el Ministerio del Ambiente (2019), anunció que anualmente se generan 300 millones de toneladas de residuos plásticos en todo el mundo, de los cuales 8 millones de toneladas son vertidos a los océanos.

Estima además que, el 50 % del total de residuos plásticos son de un solo uso, es decir, no son reciclables ni reutilizables. Al convertirse rápida y excesivamente en desechos, se teme que para el 2050 el consumo de petróleo empleado en la fabricación de todo el sector de plásticos representará el 20% del consumo total y el 15% del presupuesto anual de carbono por lo que el daño en el ambiente será irreversible, por consecuencia de una acumulación excesiva abordada ineficientemente a través de métodos insuficientes frente a la producción desbordada de polímeros sintetizados.

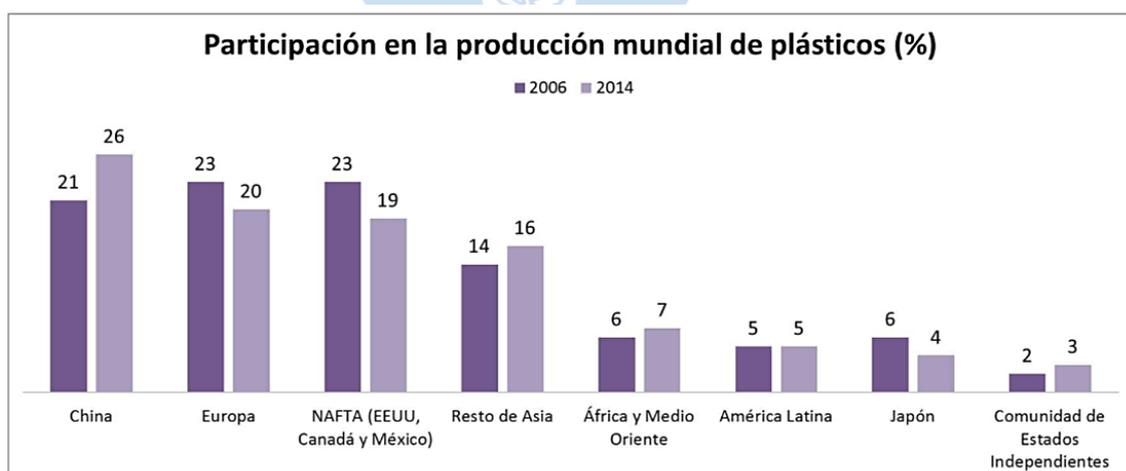


Figura 2. Participación en la producción mundial de plásticos (%).
Fuente: Tomado y adaptado de PlasticsEurope, cálculos Dinero²

² Recuperado de: <https://www.dinero.com/economia/articulo/oportunidad-para-colombia-en-el-mercado-mundial-de-plasticos-/217899>

Del 2006 al 2014 la gran mayoría países asiáticos, África y Medio Oriente y la Comunidad de Estados Independientes incrementaron su porcentaje de producción de plásticos no biodegradables, siendo China el que lidera con un aumento del 5%. Europa, NAFTA y Japón redujeron su porcentaje, siendo Estados Unidos, Canadá y México los países con un mayor descenso de su producción (3%). América Latina no tuvo variación significativa durante los pasados 9 años. (PlasticsEurope, 2016).

En la Tabla 1, se muestra que, en todo el mundo, solo el 14% de envases plásticos son recolectados para reciclaje, otro 14% se envía a un proceso de incineración y/o recuperación de energía, y si bien la recuperación de energía es algo bueno en sí mismo, este proceso aún pierde el esfuerzo y la mano de obra incorporados en la creación del material. Muchas organizaciones también han expresado su preocupación por los contaminantes que se generan durante los procesos de recuperación de energía, que pueden tener efectos negativos directos para la salud. Cabe resaltar que el 72% de los envases de plástico no se recupera en absoluto: el 40% se vierte en vertederos y el 32% se escapa del sistema de recolección, es decir, o no se recolecta en absoluto, o se recolecta, pero luego se vierte ilegalmente o es mal administrado.

Tabla 1. Flujos globales de materiales de empaque de plástico en 2013

Flujos globales de materiales de empaque de plástico en 2013	
Recolectado para reciclaje	14%
Enviado a proceso de incineración ³ y/o recuperación de energía.	14% ⁴
Vertidos en vertederos	40%
No se recolecta	32%
Producción anual total: 78 millones de toneladas de desechos de envases plásticos.	100%

Fuente: Tomado y adaptado de Foro Económico Mundial y la Fundación Ellen MacArthur⁵

Después de su corto ciclo de primer uso, el 95% del valor de este material, es decir, un valor que oscila entre 80 y 120 000 millones de dólares anuales se pierde en la economía global. Cerca del 32% de los envases de plástico se escapa de los sistemas de recolección, generando costos económicos significativos al reducir la productividad de los ecosistemas naturales. El costo de tales externalidades negativas, posteriores al uso de envases de plástico, más el costo asociado con las emisiones de gases de efecto invernadero de su producción, rodea los 40 000

³ Principalmente en incineradores mixtos de desechos sólidos. También, a través de la combustión de combustible derivado de desechos, en procesos industriales como hornos de cemento y pirólisis o gasificación.

⁴ 8% a través de reciclaje en cascada (en aplicaciones de bajo valor), 4% son pérdidas del proceso de reciclaje y 2% por reciclaje de bucle cerrado (en aplicaciones de calidad similar).

⁵ Recuperado de: http://prohumana.cl/wp-content/uploads/2018/10/NPEC-Hybrid_English_22-11-17_Digital.pdf

millones anuales, superan el total de ganancias generadas por la industria productora de tales envases. (Foro Económico Mundial y la Fundación Ellen MacArthur, 2016).

Esto se ve reflejado que, en la actualidad, todos tienen contacto con envases de diferentes tipos de resinas plásticas existentes. Según CalRecycle (2018) los envases y embalajes más utilizados son los siguientes:

- Tereftalato de polietileno (PET): transparente y resistente empleado en la fabricación de botellas y frascos de bebidas y productos alimenticios, así como también bandejas de comida para microondas y envolturas plásticas resistentes para horno.
- Polietileno de alta densidad (HDPE): puede ser translúcido, tal como las jarras de leche, u opaco, tal como el embalaje para detergentes domésticos o blanqueadores. También es utilizado en bolsas de plástico para llevar alimentos y artículos al por menor.
- Policloruro de Vinilo (PVC): en su estado rígido, para tuberías; en estado flexible, para bolsas de embalaje pesadas y películas, bolsas de sangre y tubos de uso médico.
- Polietileno de baja densidad (LDPE): es delgado y el más utilizado para proteger la limpieza en seco, bolsas para el pan, productos y periódicos. También recubre cajas de alimentos y platos y vasos desechables.
- Polipropileno (PP): para envases rígidos que deben soportar altas temperaturas durante los procesos de producción. Esto incluye botellas y envases de medicamentos, alimentos y productos para automóviles.
- Poliestireno (PS): puede ser rígido, estado en el que se emplea para fabricar vajillas desechables, refrigeradores ligeros, perchas y el aislamiento de los edificios; o espumado en trozos pequeños.

Hacia finales de la década del 50, la firma alemana BASF desarrolló un nuevo producto conocido como Poliestireno Expandido (PSE) bajo la marca de Styropor. Este es un tipo de polímero obtenido a partir del petróleo cuya composición química lo vuelve no biodegradable, y determina que su descomposición y desintegración supero un periodo de 1000 años aproximadamente y aunque no contiene clorofluorocarburos (CFC), es decir, no contamina químicamente el aire, agua o viento; es el causante de uno de los más graves problemas ambientales al considerarse un material eterno.

Está compuesto por 98% de aire y 2% de poliestireno (Schmidt, P.N.S.; Cioffi, M.O.H; Voorwald, H.J.C y Silveira, J.L., 2011) y posee propiedades de alta ligereza, resistencia, transparencia y bajo costo, por lo que se vuelve atractivo para su comercialización, la cual se

da a través de envases para las grandes cadenas de supermercados permitiendo la conservación de alimentos como frutas y embutidos. Sin embargo, tras su breve uso, rápidamente se convierte en desecho.

Una tonelada de poliestireno desechado abarca un volumen de 200 m³equivalente a 200 000 litros, siendo un volumen realmente grande para tan poco peso de material (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2011).

1.1.2. A nivel nacional

Según informa el Ministerio del Ambiente (2019), son más de 30 kilos de plástico lo que consume un ciudadano peruano anualmente. Al año se suman cerca de 3 mil millones de bolsas plásticas, casi 6 mil bolsas por cada minuto. En Lima Metropolitana y el Callao se generan 886 toneladas de residuos plásticos al día, representando el 46% de dichos residuos a nivel nacional. El 56% de todos los residuos plásticos generados terminan en un relleno sanitario mientras que el 43 % llega a botaderos, ríos y océanos. Solo el 0.3 % del total son reinsertados en la cadena productiva a través del reciclaje.

En la

Figura 2, se muestra los ítems registrados en 2016 durante las limpiezas de playas en superficie y bajo el agua realizadas en el Perú teniendo en cuenta la metodología estandarizada de Ocean Concervancy (2017).

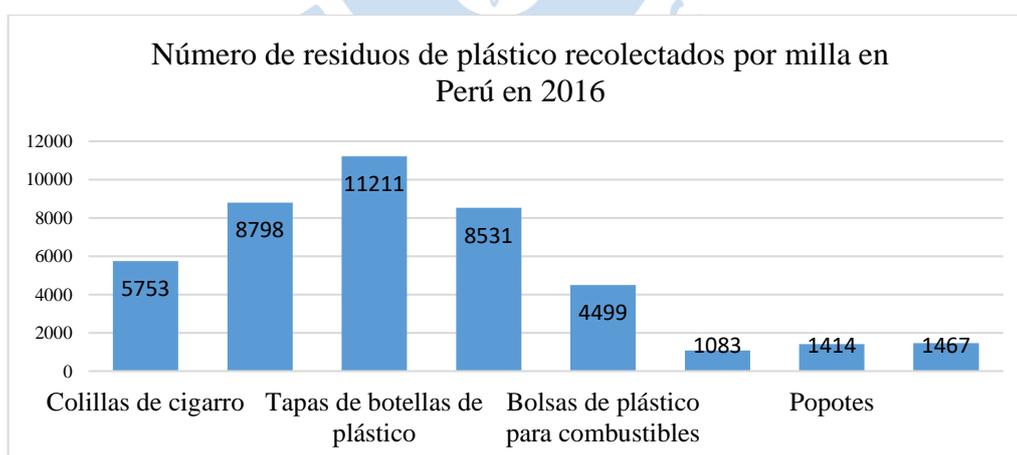


Figura 3. Número de residuos de plástico recolectados por milla en el Perú en 2016.

Fuente: Tomado y adaptado del Ministerio del Ambiente del Perú⁶

⁶Recuperado de:

http://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2018/PueblosAndinosEcologia/files/minam_of_51.pdf

Bruno Motefer⁷, representante de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental señaló que, del análisis de los resultados acumulados de seis años de limpieza en playas peruanas, los ítems con mayor frecuencia fueron: Sorbetes, Bolsas y botellas de plástico.

Sin embargo, tal como se puede observar en la Figura 3, se puede considerar una alta presencia de desechos por envases de poliestireno ya que ocupan grandes espacios en comparación con las tapas de las botellas de plástico.

Según el informe técnico “Producción Nacional del Instituto Nacional de Estadística (2019) sobre la producción nacional, señala que entre enero y junio de 2019, la fabricación de productos de plástico, dentro de la categoría de bienes intermedios, aumentó en 8,85%, por mayor elaboración de envases y preformas de plásticos, fabricación de láminas, hojas, y tiras conocidas como semimanufacturas plásticas, tubos para sistemas de riego por goteo, utensilios de cocina y persianas para el mercado interno y externo entre los que destacan: Colombia, Chile, Nicaragua, Estados Unidos y Costa Rica. Entre los meses de enero y junio del presente año este rubro obtuvo una variación positiva de 4.32%.

A pesar de las 18 iniciativas legislativas que se han presentado en el Congreso para regular e incluso prohibirla producción de plásticos, su demanda se mantiene en aumento. De acuerdo con Jesús Salazar Nishi, presidente del Comité de Plásticos de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), este año el crecimiento del sector será de 2%, con lo que llegarán al millón de toneladas métricas producidas, entre productores formales e informales. Afirmó también que el 40% de la importación son de tipo polietileno, polipropileno al ser los más demandados para fines de envases descartables y bolsas plásticas. (Diario El Correo, 2019).

1.1.3. A nivel local

La Defensoría del Pueblo Piura (2017) informó que Piura produce un promedio de 200 toneladas de basura diariamente, de las cuales solo 50 son recogidas. Esto es producido como consecuencia de ser la segunda ciudad más poblada del país según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018).

Actualmente existe un botadero municipal ubicado en el kilómetro 8 de la carretera Piura-Chulucanas. La recuperación de plásticos es realizada por grupos de personas de manera informal que han instalado sus chozas en los alrededores del botadero para seleccionar y

⁷ Exposición “Reducción de bolsas plásticas” de Bruno Monteferrí, del programa de biodiversidad y pueblos indígenas de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental en la vigésimo primera sesión de la Comisión de Producción, Micro y Pequeña empresa y Corporativas, realizada el 12 de junio de 2018.

posteriormente comercializar a minoristas vecinos. Estas personas desconocen la codificación dada por la Sociedad de Industrias del Plástico (SPI) y lo hacen de acuerdo con su propia experiencia. Tampoco cuentan con implementos adecuados para realizar el trabajo y constantemente ponen en riesgo su salud. (Távora Rivera Raúl, 2004)

Asimismo, la Municipalidad de Piura lleva un control de los ingresos de residuos al botadero municipal, el cual se muestra en la Tabla 2. Los datos son calculados por el volumen de los camiones compactadores, ya que no se cuenta con una balanza en el botadero municipal; de allí las variaciones que se presentan.

Tabla 2. Consolidado de Residuos Sólidos y Otros de la ciudad de Piura.

N°	Servicios de Recolección	Unid	2001	2002	2003
RESIDUOS SÓLIDOS					
1	Recolección Domiciliaria	t	36 620.50	40 186.00	39 884.00
2	Recolección Mercado Central	t	7 361.85	6 628.02	7 120.45
3	Recolección Contenedores	t	1712.50	532.50	171.75
4	Recolección Extramuros	t	4161.80	2333.15	2 408.75
5	Rec. Visceras, Estiércol, Mdo Zonales	t	1838.00	2 180.00	2 223.50
6	Recolección Barrido	t	2624.05	4 084.35	4 739.80
7	Operativos de Limpieza	t	2406.05	1 763.00	2 540.50
SUBTOTAL			56 724.75	57 707.02	59 088.75

Fuente: Tomado y adaptado de Távora Rivera Raúl⁸

De estos datos se estima que la producción total de residuos sólidos en Piura es 156 542.6 kg/día. Los residuos sólidos domiciliarios representan la mayor cantidad de residuos generados en la ciudad. En el año 2003, ingresaron al relleno sanitario 39 884.4 toneladas, es decir ingresaron 110.79 toneladas diarias de residuos provenientes de los hogares. (Távora Rivera Raúl, 2004)

El 4.78% del total en peso de residuos sólidos corresponden a los desechos plásticos, cifra significativa que aumentó en 2005, con una población en el distrito de Piura de 254 464 habitantes y siendo la producción per cápita promedio de 0.6 kg/día, la producción promedio de residuos plásticos fue de 7 298 kg/día (219 t/mes). (Ver

Tabla 3)

Tabla 3. Composición física de los residuos sólidos en la ciudad de Piura

Material	Porcentaje de Composición (%)
Material inerte	36.74
Textiles, trapos	3.16

⁸ Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1180/ING_418.pdf?sequence=1

Material	Porcentaje de Composición (%)
Madera/ hueso/ paja	4.45
Caucho/cuero	2.6
Plástico	4.78
Metales	2.31
Vidrio/cerámica	3.76
Papel	4.21

Fuente: Tomado y adaptado de Távara Rivera Raúl⁹

1.2. Antecedentes del maíz

El maíz, *Zea Mays* L. pertenece a la familia gramínea, la cual está conformada por más de 12 100 especies. *Zea* es de origen griego, deriva de *Zeo* (vivir) y *Mays* deriva de la palabra quechua *taína mahís*, proveniente de los indios de América. Por lo que, significa “grano que proporciona vida”. De acuerdo con diferentes mitos, se dice que el maíz se encontraba oculto bajo montañas o rocas, donde solo los pequeños animales podían entrar. Cuando el hombre descubrió la existencia de este producto, y con la participación de los animales, pidió ayuda a los dioses para lograr obtenerlo y ponerlo a disposición de las personas. (Asturias, 2004)

Conforme a unas investigaciones, se afirma esta teoría, pues han encontrado restos muy antiguos de maíz en la cueva de Oaxaca (Valle Centrales de Oaxaca – México), y gracias a un análisis anatómico realizado, se ha demostrado que existe domesticación del maíz, desde hace 6250 años. Su nombre proviene de las Antillas, pero existe diferentes denominaciones para cada parte del maíz, dependiendo del país en el que se encuentre. (Ver

Tabla 4). (Wikipedia, 2019) (QuimiNet, 2007)

Tabla 4. Denominaciones por países

País	Denominación de la mazorca	Denominación del tronco	Denominación de las hojas
España	Panocha	Jopo	Perfollas
Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile	Maíz / Mazorca	Coronta	Panca o Chala
México y Centroamérica	Elote (con granos) Olote (sin granos)	-	-
Paraguay	Avatí	Coronta	Panca o Chala
Venezuela	Jojoto (con granos) Tusa (sin granos)	Coronta	Panca o Chala

Fuente: Tomado y adaptado de Maya S. L.¹⁰

⁹ Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1180/ING_418.pdf?sequence=1

¹⁰ Recuperado de: <https://mayasl.com/tipos-de-maiz/>

Como expone Acosta (2009), su origen no es exacto, pero se considera que sus primeros cultivos fueron en la ciudad de México entre los años 8000 y 6000 a.c., a lo largo del Acatilado Occidental, 500 km de la Ciudad; de donde se extendió hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta Argentina. Considerando que en esta ciudad se encontraba el centro de civilización Azteca, los nahuas¹¹ denominaron a la planta (milpa), a la mazorca (centil) y al grano (tlaolli).

Se ha planteado tres hipótesis diferentes acerca de las teorías que explican el origen del maíz:

- Se plantea que el maíz se originó de un maíz silvestre extinto en la actualidad.
- Se sugiere que el maíz brota de pastos silvestres conocidos como teosinte¹², que durante el proceso de domesticación se convirtió en el maíz de hoy.
- Se propone que el maíz surgió del teosinte, pero que su transformación se dio de un solo golpe a través de la “transformación sexual catastrófica”.¹³

Durante los años 70, la primera hipótesis fue aceptada como una teoría del origen de este cereal en la forma doméstica. Pero en los años 80, la teoría de teosinte tuvo mayor aceptación.

El Perú es conocido por su gran variedad de cultivos de maíz, pues según el cronista Bernabé Cobo concluye que, en el antiguo Perú, se hallaban todo tipos de maíz (Ver Tabla 5) con diversos colores: blanco, amarillo, morado, negro, colorado y mezclado; que se adaptan fácilmente a espacios geográficos y climáticos.

Tabla 5. Tipos de maíz

Tipos	Características
Maíz dulce	-Alto contenido en azucars -Elevada humedad -Mayor riesgo de sufrir plagas.
Maíz duro	-Alto contenido de almidón en el corazón del grano. -Mayor dureza en el grano. -Menos probabilidad de sufrir plagas. -Tonalidades: amarillo, naranja, verde, morado, entre otros.
Maíz Reventón	-Esencial para hacer palomitas de maíz. -Alta dureza del grano.
Maíz Dentado	-Concentra almidón duro en las puntas. -Concentra almidón blando en el resto del grano.
Maíz Harinoso	-Destinado a la preparación de platos alimenticios.

¹¹ Grupos de pueblos nativos de Mesoamérica.

¹² Cualquier especie de género Zea, excepto el Zea Mays.

¹³ Mutación que tiene efectos grandes en el desarrollo de organismos

Tipos	Características
Maíz Ceroso	<ul style="list-style-type: none"> -Alto contenido en almidón muy blando. -Rápido de digerir. - Blando y contiene amilopectina.
Maíz Opaco con proteínas de calidad	<ul style="list-style-type: none"> -Blando -Expuesto a enfermedades y plagas. -Altas condiciones nutritivas porque contiene una cantidad de aminoácidos adecuada.

Fuente: Tomado y adaptado de Maya S. L.¹⁴

Según unos estudios arqueológicos realizados por investigadores en la revista “Proceedings of the National Academy of Sciences” (Sifuentes, 2017), los habitantes peruanos del norte cultivaban, procesaban y consumían el maíz hace más de 5000 años. En 1931, el arqueólogo Toribio Mejía concluyó, que en el Perú existían dos tipos de maíz: el maíz Sara se cultiva en la región Sierra, son choclos medianos y pequeños, de diversos colores como el amarillo, blanco, morado, pintado, rojo y café. Por otro lado, el maíz Yunca Sara, cultivado en la costa, son choclos grandes y de color homogéneo blanco o crema.

El maíz también era utilizado en la Sociedad Inca, pues era elemento primordial en los rituales más importantes del calendario Inca llamado Capac Hucha. Este ritual consistía en realizar una fiesta en honor y agradecimiento al Inca Mama Huaco, quien había otorgado este cereal a su imperio.

1.2.1. Usos del maíz

El maíz es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo, superando los demás tipos como el trigo y el arroz. Posee numerosos y diversos usos nutricionales industriales. Esta diversidad requiere de características específicas en la calidad de sus granos. (FAO, 2016)

1.2.2. Alimento

Al hablar de alimentación, el maíz ejerce un imponente papel, tanto para el consumo humano como para animales. En la tabla 6, se puede observar el porcentaje de utilidad de este grano en los diferentes países del mundo para ambos tipos de consumo. Mostrando así, que en el caso de los países productores el porcentaje más alto de consumo se ve reflejado en el humano, y en segundo lugar el uso de alimento para animales. (Ver Tabla 6)

¹⁴ Recuperado de: <https://maya-sl.com/tipos-de-maiz/>

Tabla 6. Uso del maíz por países (región)

Región	Producción total 1000 t	% alimento humano	% alimento animal
Sur y este de África	11 523	85	6
Oeste y centro de África	6 172	80	5
Norte de África - productores	5 378	53	35
Norte de África - no productores	-	2	92
Asia occidental- productores	2 527	49	39
Asia occidental - no productores	-	4	93
Sur de Asia	11 876	75	5
Sur este de Asia sudoriental y el Pacífico- productores	16 200	53	40
Sur de China	9 000	35	55
América del Sur, región andina	3 664	61	32
América del Sur, Cono Sur	26 879	13	76
Países productores	110 954	51	37
Todos los países		47	42

Fuente: Tomado y adaptado de R.L Paliwal¹⁵

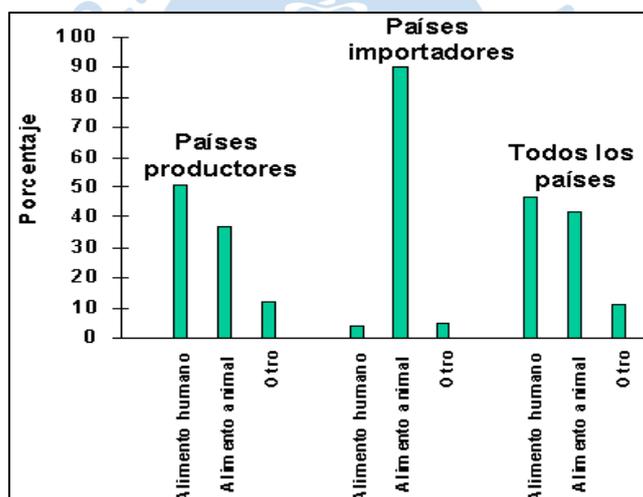


Figura 4. Usos del maíz en países productores e importadores.

Fuente: Tomado y adaptado de R.L Paliwal¹⁶

Con respecto al uso para alimento humano, a partir del maíz se puede obtener diferentes subproductos como la harina de maíz, la cual se puede emplear como ingrediente para diferentes recetas. Por ejemplo, en Venezuela, Bolivia, México y Perú se preparan diferentes platillos como arepas, tortillas mexicanas, tamales, entre otros.

Otro producto derivado de este grano es el aceite de maíz el cual es muy económico y contiene altas cantidades de vitaminas. Proviene del germen de la semilla y para poder obtenerlo se tiene que separar el germen a través de un proceso de molturación húmeda, para luego prensarlo y extraerlos con disolventes y finalmente pasar al proceso de filtrado.

¹⁵ Recuperado de: <http://www.fao.org/3/x7650s/x7650s08.htm>

¹⁶ Recuperado de: <http://www.fao.org/3/x7650s/x7650s08.htm>

Con este cereal fermentado se puede elaborar bebidas y platos, como es el caso de la chicha en Perú. La hoja del maíz también se usa como envoltorio para preparar humitas y tamales.

Los jarabes extraídos del maíz tienen diferentes utilidades como es el caso de la confitería, snacks, carnes procesadas y bebidas en polvo, pues este aporta dulzor, ayudan al proceso de caramelización, incrementa el pardeamiento de la carne durante la cocción, disminuye la temperatura de congelamiento, entre otros

Con respecto al uso para alimento animal, este generalmente se utiliza para la producción avícola. Pues este grano contiene una tasa alta de conversión a carne, huevo y leche a comparación de otros cereales que se utilizan para el mismo propósito. El maíz es muy importante porque contiene un alto contenido de almidón y bajo contenido en fibra produciendo así, una alta concentración de energía. Se considera que, en el futuro, se incrementará su uso para alimento animal pues se dará una posible mejora del poder adquisitivo de los países en desarrollo donde las personas tendrán acceso a esta proteína.

1.2.3. Materia prima para la industria

Gracias al aumento de los precios del petróleo se ha intensificado la investigación sobre la fermentación del maíz para producir alcohol combustible. Estados Unidos es el primer país que ha producido etanol a partir de este grano mediante el proceso de molienda seca. Este cereal contiene un biocombustible derivado del bioetanol caracterizado por mezclarse fácilmente con la gasolina, permitiendo aumentar el índice de octano. Al mezclar la zeína o proteína de maíz con un plastificante, permitirá a elaborar películas fotográficas, microesferas y gomas de mascar.

1.2.4. Usos medicinales

El maíz es un cereal que tiene grandes aportes medicinales como:

- Ayuda a la adecuada formación de huesos y músculos, debido a su gran cantidad de minerales como el hierro y potasio.
- Previene enfermedades mortales como el cáncer, especialmente a los pulmones y próstata.
- Permite un adecuado crecimiento en los niños y bebés, mediante la preparación de pures o sopas, platillos que contienen un alto valor nutricional.

- Controla problemas renales, digestivos, endocrinólogos y dermatológicos; así como regula la presión y colesterol, gracias a los pelos extraídos del maíz para remedios caseros.
- Se utiliza como un alimento antiestrés, pues posee una vitamina B1 o tiamina, generando mayor energía en el cuerpo humano.
- Contiene vitaminas muy importantes como es el caso del ácido fólico, que ayudan a las mujeres embarazadas y en edad fértil.

1.2.5. Artesanías

Gracias al raquis del maíz (corazón de la mazorca) se puede elaborar diferentes tipos de artesanías como muñecos, flores, adornos, trajes artesanales, entre otros. Esto permite que, en vez de desechar este elemento del maíz, se pueda reutilizar y generar ingresos a los fabricantes.

La hoja de maíz se utiliza generalmente para el forraje, pero además de utilizarlo para alimento, este sirve para la confección de cestas, sombreros, tapetes, entre otros.





Capítulo 2

Situación Actual

En este capítulo se analizará la situación actual en la que se desarrollará el proyecto. Se dividirá en la situación actual del sector industrial del maíz, producción, exportación y comercialización; y la situación actual del sector de plásticos biodegradables, evolución a nivel mundial y nacional, además de los principales competidores del sector.

2.1. Situación actual del sector industrial del maíz

2.1.1. Proceso agrícola del maíz

El maíz se cultiva en climas que varían desde templado a trópico, durante el período en que las temperaturas diarias promedio son superiores a 15 ° C y sin heladas. A la planta le va bien en la mayoría de los suelos, pero menos en arcillas densas, muy pesadas y suelos muy arenosos. El terreno debe estar aireado y drenado, con un pH de 5.8 a 6.8, ya que el cultivo es susceptible al anegamiento¹⁷.

Las demandas de fertilidad para el maíz en grano son relativamente altas y la cantidad, para variedades de alta producción, son de hasta aproximadamente 200 kg / ha de Nitrógeno, 50 a 80 kg / ha de Fósforo y 60 a 100 kg / ha de Potasio. En general, el cultivo puede cultivarse continuamente mientras se mantenga la fertilidad del suelo.

El maíz es el cultivo de grano de mayor rendimiento. Para una producción máxima, un cultivo de grano de madurez media requiere entre 500 y 800 mm de agua dependiendo del clima. A esto, se deben agregar las pérdidas de agua durante el transporte y la aplicación.

Paso 1: Preparación del terreno creando las condiciones adecuadas para el maíz

¹⁷ Hace referencia a la inundación de suelos.

Es importante que los agricultores realicen la labor de arado al terreno, con una profundidad de labor de 30 a 40 cm., para que la superficie quede limpia de restos de plantas y grupos de tierra, asimismo logre la captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra.

Paso 2: Siembra

Como se indica en By the Editors of Organic Life (2018), en este paso se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas. Los agricultores generalmente usan tractores de siembra de gran potencia que hacen que plantar una gran cantidad de semillas en muchos acres sea mucho más fácil. Estas sembradoras excavan automáticamente hileras separadas aproximadamente entre 35 a 80 centímetros con fertilizante a solo 5 cm de la semilla. Se siembra a una profundidad de 5cm. El maíz es muy susceptible a las heladas.

Paso 3: Fertilización, cuidando a la planta de maíz

Una vez que se ha plantado el maíz, generalmente toma alrededor de 90 días en promedio para madurar. Para obtener una buena cosecha el agricultor deberá asegurarse de que el suelo en el que se está plantado el cultivo tenga el pH adecuado, si este tiene niveles elevados, las raíces no podrán absorber el hierro en el fertilizante y la planta de maíz se volverá amarilla y morirá.

Los requerimientos de nutrientes del maíz dependen de la meta y potencial de rendimiento. Para determinar qué fertilizante es mejor para el campo de maíz se deberá analizar las características de la zona de plantación, de esta manera se determinará el nivel de nutrientes ya disponibles en el suelo y qué nutrientes deben complementarse con fertilizantes. La mayoría de los agricultores utilizan un abonado de suelo rico en minerales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Obrador Rousseau (1984) afirmó que es importante realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada e inteligente.

Paso 4: Cosecha

Un buen indicador para saber si el maíz está listo es observar si la mazorca de la cosecha está llena y voluminosa. Otros indicadores incluyen, si el color de los hilos de seda es oscuro o si los granos producen un líquido "lechoso" cuando se pinchan. Si el cultivo se cosecha después de que está "demasiado maduro", entonces es más susceptible a la podredumbre, daño por insectos o al grano.

2.1.2. Situación actual mundial

El maíz se cultiva en todo el mundo, aunque existen grandes diferencias en las cantidades producidas por los países. Los productores de maíz de todo América demostraron su capacidad para producir una cosecha abundante y sostenible en el 2018. Esta increíble cosecha ofrece infinitas posibilidades. Desde combustibles renovables hasta alimentos de alta calidad, el maíz mejora nuestras vidas hoy y tiene un potencial para el futuro.

Se estima en Doggett & Chrisp (2019) que, entre el periodo de octubre del 2018 y a finales de setiembre del 2019, la producción mundial total de maíz llegaría a ser de 1,099.6 millones de toneladas métricas. A pesar de su alcance mundial, 4 de los principales países productores de maíz se encuentran en América.

La cosecha prolifera especialmente en la región del medio oeste de los Estados Unidos, desde donde se obtienen algunos de los mayores rendimientos del mundo. Este país es el líder mundial en producción de maíz, ha registrado una producción de más 366.3 millones de toneladas métricas de maíz, en donde juega un papel muy importante en la economía del país (Ver Figura 5). Así mismo, el 38% de su producción anual de maíz la exporta (Ver Figura 6).

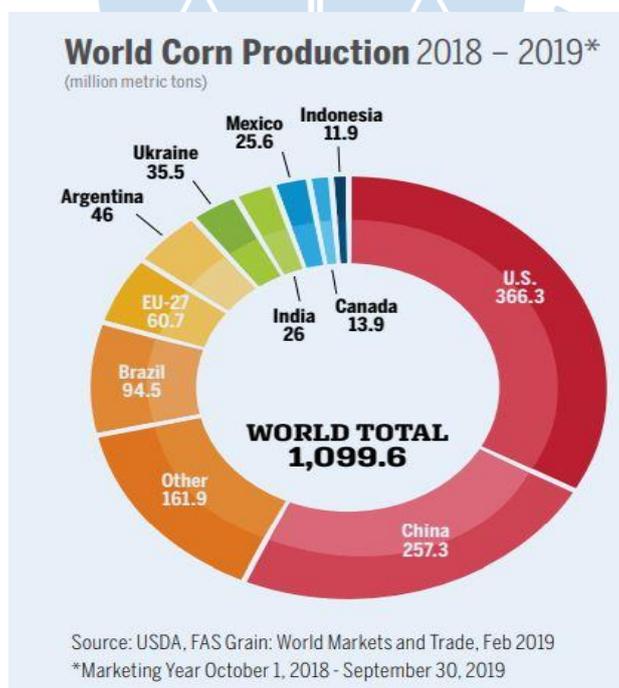


Figura 5. Estimación de la producción mundial de maíz.

Fuente: Tomado y adaptado de World of Corn. ¹⁸

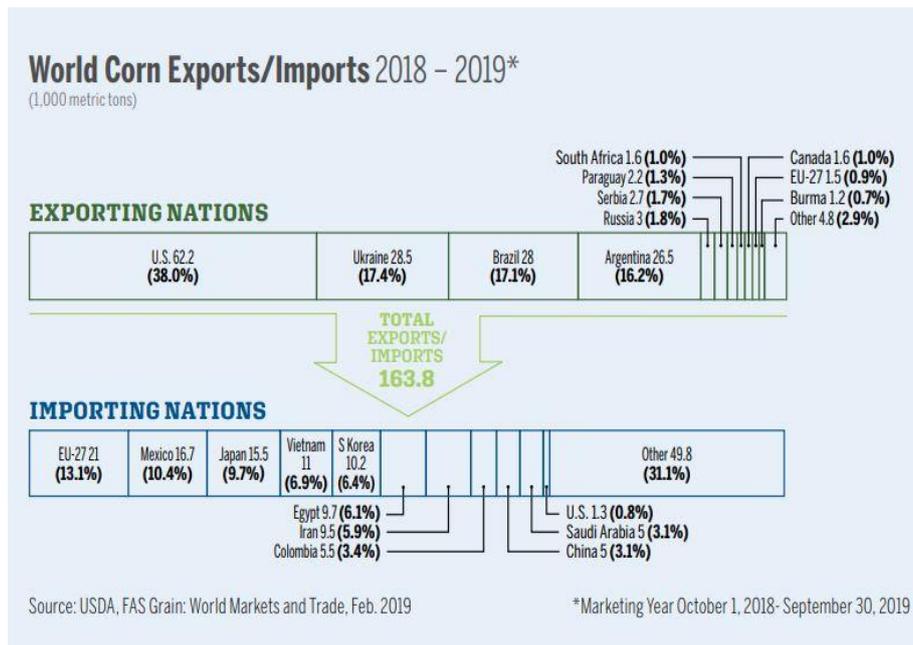


Figura 6. Exportaciones e importaciones mundial sobre el maíz.

Fuente: Tomado y adaptado de World of Corn. ¹⁹



Figura 7. Principales exportadores que lideran los mercados mundiales en la venta de maíz.

Fuente: Tomado y adaptado de World of Corn. ²⁰

¹⁸ Recuperado de: <http://www.worldofcorn.com/#/>

¹⁹ Recuperado de: <http://www.worldofcorn.com/#/>

²⁰ Recuperado de: <http://www.worldofcorn.com/#/>

La posibilidad de poder utilizar el maíz y la caña de azúcar como materia prima para producir biocombustibles ha generado un aumento drástico en la necesidad de contar con estos cultivos. Este aumento de la demanda ha llevado a los países productores a priorizar la producción de biocombustibles sobre otras actividades, como se puede observar en la Figura 8, impactando de esa forma en los sistemas alimentarios de todos los países. El uso de maíz para la producción de biocombustibles aumentó más del doble entre 2007 y 2017. Sin embargo, durante el período de las perspectivas, se espera que el crecimiento sea limitado ya que el mercado internacional de etanol está restringido debido a las políticas actuales de biocombustibles.

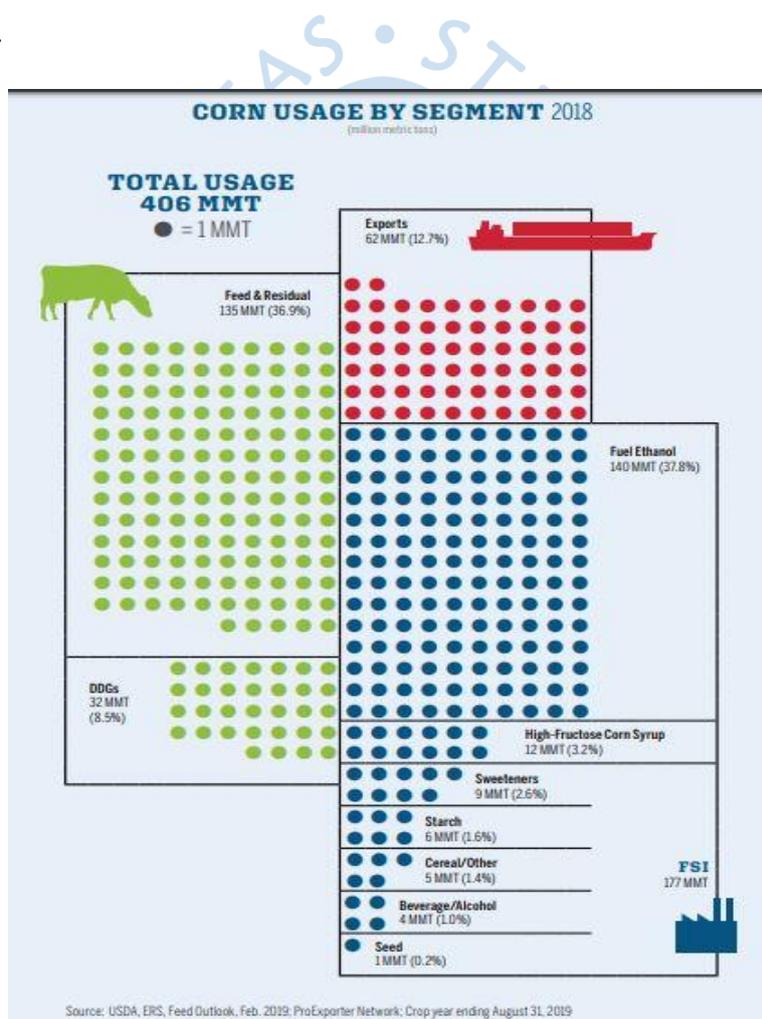


Figura 8. Uso del maíz por segmento.
Fuente: Tomado y adaptado de World of Corn.²¹

²¹ Recuperado de: <http://www.worldofcorn.com/#/>

Se espera que el uso alimentario del maíz se expanda principalmente en los países en desarrollo donde hay poblaciones en crecimiento y el maíz se está volviendo cada vez más importante en las dietas.

2.1.3. Situación actual en Perú

Cuando se habla de maíz en el Perú, se distinguen dos grandes tipos: el maíz amarillo duro (MAD) y el maíz amiláceo, entre los cuales se tienen identificadas más de 51 razas a nivel nacional. (Huamachuco de la Cuba, 2013)

El primero, de uso básicamente agroindustrial, se destina a la elaboración de alimentos balanceados para el consumo animal y su cultivo predomina en la costa, los valles interandinos y la selva del país. El segundo, en cambio, es utilizado para el consumo humano directo, ya sea en grano verde bajo la forma de choclo, grano seco bajo la forma de cancha, o transformado artesanalmente para su consumo como mote, harina, bebidas, entre otros. El maíz amiláceo - aunque puede ser cultivado desde el nivel del mar hasta los 3,800 metros de altura- predomina en las zonas altoandinas del Perú. Una característica saltante del maíz amiláceo es su gran variabilidad en el color del grano, en la textura, en su composición, en su apariencia, entre otras, que lo hacen particular de los países de Perú, Bolivia y Ecuador. (Huamachuco de la Cuba, 2013)

Entre los años 2013 y 2017, la demanda de este cereal va creciendo a una tasa promedio anual de 8% y este 2018 la tendencia indica que seguirá el mismo camino”, señaló Carlos Posada, director ejecutivo del del Instituto. Sin embargo, los productores nacionales de este insumo solo podrían cubrir alrededor del 30 o 40% de esta demanda, por lo que el 60% o 70% restante provendría de la importación. Para el Idexcam, los países proveedores de maíz amarillo duro han aprovechado esta coyuntura para cubrir la demanda nacional. (La República, 2018)

2.1.4. Situación actual en Piura

En esta región se cultivan alrededor de 48 cultivos, de los cuales 25 son transitorios y el resto permanentes y especiales (23). La superficie cosechada con cultivos transitorios en esta región fue de 122 979 ha, que representaron el 5,9% de la superficie ocupada con este tipo de cultivos a nivel nacional y en el caso del área cosechada correspondiente a cultivos permanentes y especiales se llegó a 72 601 ha instaladas, que representaron apenas el 5,1 % del total nacional. Los cultivos que registraron las mayores superficies cosechadas en esta región de maíz son dos:

maíz amarillo duro (16 608 ha) y maíz amiláceo (16 055 ha). (Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), 2018)

No. Orden	TRANSITORIOS					PERMANENTES				
	Cultivo	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)	Precio Chacra (S/kg)	Cultivo-Producto	Sup. Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg/ha)	Precio Chacra (S/kg)
1	Arroz cascara	51 566	378 864	7 347	1,23	Mango	19 833	274 074	13 819	0,56
2	Maíz a. duro	16 608	61 767	3 719	1,04	Limón	16 195	67 137	4 146	1,24
3	Maíz amiláceo	16 055	15 887	990	1,51	Banano y platan	15 391	204 984	13 318	0,83
4	Trigo	11 209	11 331	1 011	1,52	Café	8 075	4 050	502	6,22
5	Frijol castilla	8 024	8 887	1 108	1,72	Vid/Uva	7 064	223 491	31 638	2,33
6	Frijol grano seco	6 445	5 019	779	3,57	Cacao	1 315	599	456	5,68
7	Arveja grano seco	5 130	3 687	719	3,27	Maracuyá	788	2 571	3 263	1,16
8	Papa	1 907	18 681	9 796	0,93	Palta	705	8 364	11 864	2,64

Figura 9. Superficie cosechada, producción, rendimiento y precio en chacra de cultivos monitoreados por la DGSEP, 2017.

Fuente: Tomado y adaptado del Ministerio de Agricultura y Riego.²²

2.2. Situación actual del sector de plásticos biodegradables

Como sabemos, el usar vasos, cubiertos, platos y envases descartables es una práctica común hoy en día. Ese plástico de un solo uso es desechado y debido a su composición química tardaría cientos de años en descomponerse, esto sumado a las cantidades industriales que se arrojan anualmente, genera un daño ambiental que no hace nada más que crecer y consumir el planeta lentamente.

Como se expone en MagnaPlus (2019), los plásticos biodegradables se descomponen mucho más rápido con la acción de agentes naturales como la luz o las bacterias y comenzaron a producirse en 1926 pero no se utilizaron a escala industrial debido a que perdían sus propiedades muy pronto por su rápida descomposición. Por ello, y por el bajo costo de producción de sus homólogos obtenidos del petróleo y sus derivados, fueron relegados rápidamente hasta la crisis del petróleo de la década de 1970 donde se recuperó el interés por estos plásticos.

Los números que se tienen sobre la contaminación ambiental por plástico han captado la atención del mundo entero y han vuelto a los plásticos biodegradables un campo importante de investigación.

Tipos de bioplásticos:

Según ZeaPlast (2012), los tipos de bioplásticos son:

²² Recuperado de: https://www.agromoquegua.gob.pe/doc/PLAN_NACIONAL_DE_CULTIVOS_2018-2019.pdf

a) Polímeros biodegradables sintéticos (no procedentes de fuentes renovables)

Proceden de la polimerización de monómeros obtenidos de fuentes fósiles con la finalidad de disminuir el tiempo de biodegradación de los materiales obtenidos de fuentes fósiles. Según las normas de biodegradabilidad y compostaje (ASTM D6400 y EN13432), son biodegradables por su estructura. Como ejemplos de estos polímeros tenemos al ácido poliglicólico²³.

b) Bioplásticos sintetizados por vía biotecnológica

Para la producción de bioplásticos existen dos rutas biotecnológicas. En la primera se proporcionan los monómeros necesarios para sintetizar los bioplásticos, posteriormente se lleva a cabo su polimerización, este proceso se sigue para la obtención de ácido poliláctico ²⁴(PLA). En la segunda vía se habla de la síntesis integral de los bioplásticos, mediante procedimientos biotecnológicos se sintetiza la materia prima renovable hasta el biopolímero final, estos procedimientos biotecnológicos son fundamentalmente por fermentación microbiana, como por ejemplo los Polihidroxialcanoatos ²⁵(PHA).

c) Bioplásticos procedentes total o parcialmente de fuentes renovables

Son bioplásticos con monómeros como el almidón y la celulosa que provienen de la biomasa, además de aquellos con monómeros obtenidos mediante fermentación de recursos renovables, aunque el proceso de polimerización posterior sea por vía química convencional. Este tipo de bioplástico es de especial interés para el proyecto, dado que se tiene como objetivo principal la obtención de un envase de plástico biodegradable a partir de fécula de maíz.

En la Figura 10 se puede observar un resumen de estos principales tipos de bioplásticos y en la Figura 11 su clasificación por la procedencia del material y su cualidad de biodegradabilidad.

²³ Polímero biodegradable, termoplástico y el más simple de los poliésteres alifáticos lineales, utilizado para desarrollar la primera sutura absorbible sintética bajo la marca registrada de Dexon.

²⁴ Poliéster alifático termoplástico derivado de recursos renovables. Se puede biodegradar bajo ciertas condiciones, tales como la presencia de oxígeno, y es difícil de reciclar.

²⁵ Poliésteres lineales producidos en la naturaleza por la acción de las bacterias por fermentación del azúcar o lípidos.

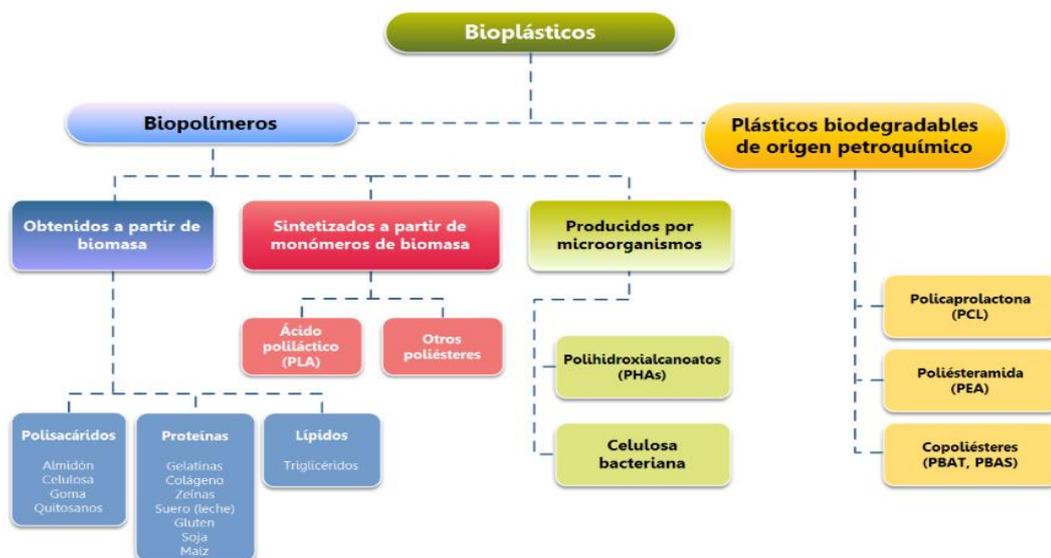


Figura 10. Tipos de plásticos biodegradables.
Fuente: Tomado y adaptado de ZeaPlast²⁶.

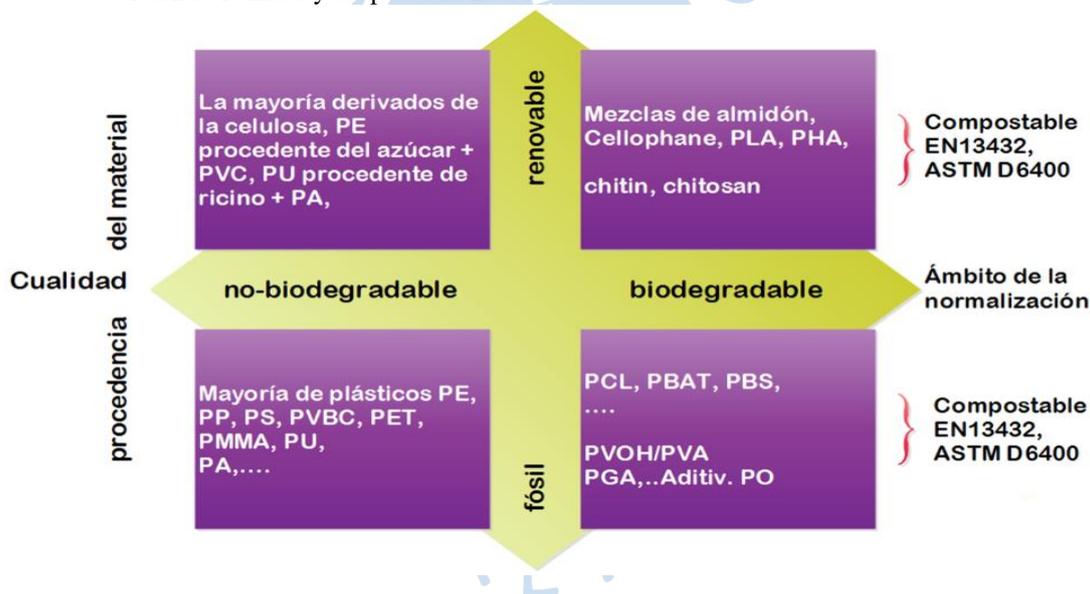


Figura 11. Clasificación de plásticos por procedencia y calidad del material.
Fuente: Tomado y adaptado de ZeaPlast²⁷.

²⁶ Recuperado de: <http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/tipos-de-bioplásticos++-21>

²⁷ Recuperado de: <http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/tipos-de-bioplásticos++-21>

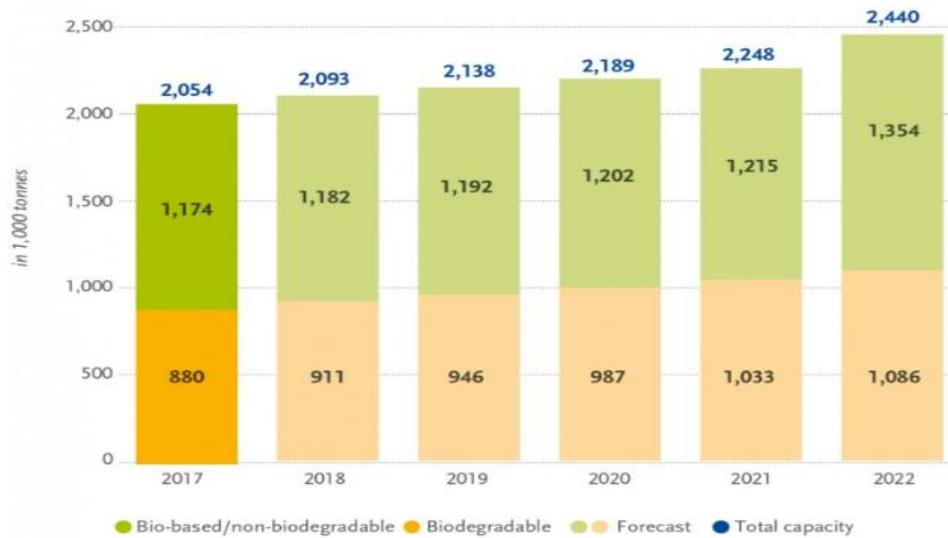


Figura 12. Producción global de bioplásticos.

Fuente: Tomado y adaptado de European Bioplastics, novo-Institute (2017)²⁸

En la Figura 12, se muestra la producción global de bioplásticos en el período 2017-2022, con una proyección de 2 millones 440 mil toneladas para el 2022; es decir, se espera un crecimiento del 20% debido a factores como la transición a una economía circular²⁹ y baja en carbono, un respaldo más fuerte para la bioeconomía y una mayor conciencia de los consumidores sobre los productos y envases sostenibles.

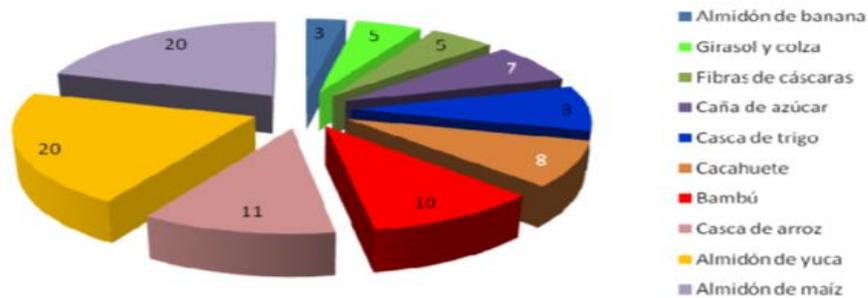


Figura 13. Porcentajes de utilización de materias primas para la producción de plásticos biodegradables.

Fuente: Tomado y adaptado Proyecto de Análisis de Bioplásticos.³⁰

Se puede apreciar en la Figura 13 los porcentajes de utilización de las distintas materias primas con las que se puede producir el tercer tipo de bioplástico antes mencionado, el gráfico

²⁸ Recuperado de: <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/biodegradable/>

²⁹ Sistema de aprovechamiento de recursos donde prima la reducción de los elementos: minimizar la producción al mínimo indispensable, y cuando sea necesario hacer uso del producto, apostar por la reutilización de los elementos que por sus propiedades no pueden volver al medio ambiente.

³⁰ Recuperado de: https://www.ecoembes.com/sites/default/files/archivos_estudios_idi/proyecto_bioplasticos_-_resumen_ejecutivo.pdf

nos señala que el almidón de maíz es la principal materia prima, junto con el almidón de yuca, que se usa para fabricar plásticos biodegradables para distintas aplicaciones.

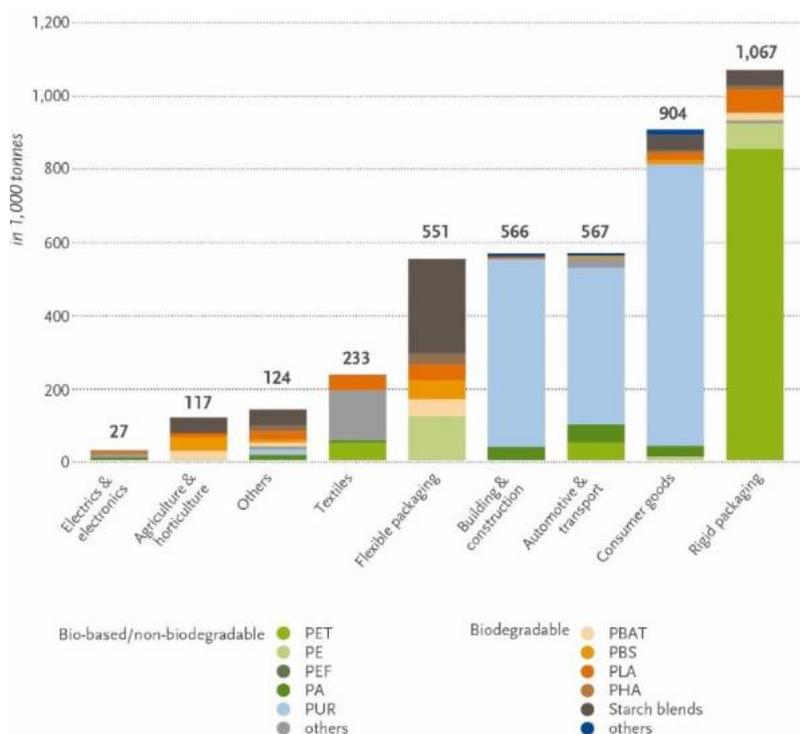


Figura 14. Producción global de bioplásticos por segmento del mercado (2016).

Fuente: Tomado y adaptado de European Bioplastics, novo-Institute (2017)³¹

Con la Figura 14 se puede deducir que los plásticos biodegradables destacan en sectores donde sus propiedades de biodegradabilidad y compostabilidad suponen una ventaja técnica para su uso o para el final de vida útil, tenemos como ejemplo el sector agrícola y hortícola, y el sector de envases flexibles y rígidos.

Principales empresas de plásticos biodegradable a nivel mundial:

- Ecoshell: Empresa líder del sector de envases biodegradables en México, tiene una amplia gama de empaques, bolsas y desechables hechos a base de plantas que logran biodegradarse de 90 a 240 días sin dejar residuos tóxicos en el ambiente. La misión de la empresa es ofrecer a sus clientes una nueva alternativa ecológica para reducir la contaminación ambiental en nuestra vida cotidiana. (Ecoshell, 2019)
- Greenpack: Empresa colombiana dedicada al diseño, fabricación y comercialización de empaques biodegradables, compostables, reciclables y sustentables. Nació por la necesidad de actuar y tomar las riendas en materia de empaques y hoy en día, gracias a la

³¹ Recuperado de: <https://www.european-bioplastics.org/tag/nova-institut/>

normativa que defiende al medioambiente y la conciencia de cambio que se ha generado alrededor del mundo, Greenpack ha logrado posicionarse y obtener mayor reconocimiento en el mercado. (Greenpack SAS, 2019)

- VerTerra Dinnerware: Empresa estadounidense creadora de la vajilla *Fallen Leaves*, con un diseño limpio y elegante, hecho de recursos 100% renovables y compostables certificados por el Instituto de Productos Biodegradables (BPI), galardonado en numerosas ocasiones por la Asociación de Productos Naturales. Tienen como objetivo seguir creando nuevos productos ecológicos y ser aún más amigables con el medio ambiente.

2.2.1. Evolución del mercado de plásticos biodegradables en Perú

La predominancia de plásticos procedentes del petróleo y sus derivados en el mercado, tales como el polietileno y el poliestireno, se debe a distintos factores que provocaron su elección por encima de alternativas más ecológicas, entre esos factores tenemos:

- Bajo costo de producción
- Buenos aislantes térmicos, a pesar de que la mayoría no sea resistente a las altas temperaturas
- En su mayoría son impermeables.
- Muy ligero, flexible y fácil de moldear

El mercado de plásticos biodegradables era inexistente hasta hace algunos años cuando se quiso aprovechar el potencial agrícola del país para hacer frente al creciente problema de contaminación por los plásticos más económicos que demoran más de 500 años en descomponerse.

Hoy en día, no se tienen datos disponibles sobre la participación de este pequeño mercado en el enorme sector del plástico, que según El Comercio (2018), su PBI en el Perú es S/3.000 millones siendo el 40% de este monto proveniente de los empaques y envases. Esta cifra permite tener una proyección del posible crecimiento del mercado de envases biodegradables en el Perú.

Como indica El Peruano (2018), la Ley N.º 30884: “Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables” da un plazo de 36 meses para reemplazar en forma progresiva la entrega de bolsas de base polimérica no reutilizable, por bolsas reutilizables u otras cuya degradación no generen contaminación por micro plástico o sustancias peligrosas, esta ley obligará a todas aquellas empresas que hacen uso de plásticos tradicionales de un solo

uso a buscar alternativas ecológicas y generar un incremento de la cuota de mercado de los plásticos biodegradables al disminuir la de los plásticos descartables.

Como se observa en Ministerio del Ambiente (Ministerio del Ambiente, 2019), la creación de la campaña “Menos plástico, más vida” por parte del Ministerio del Ambiente ha permitido tener un listado concreto de 33 empresas peruanas que se encargan de la fabricación y comercialización de envases plásticos biodegradables. Las principales son:

- EcoLove Perú: Empresa peruana dedicada a la comercialización de empaques 100% compostables, hechos a base de materiales orgánicos. Entre sus productos encontramos vasos para bebidas calientes, vasos para bebidas frías, contenedores calientes, contenedores fríos, cubiertos, sorbetes y platos totalmente biodegradables. (EcoLove Perú, 2019)
- Qaya Perú: Qaya es una empresa social peruana que ofrece envases compostables y además destina parte de sus ingresos a emprendimientos socio ambientales. Sus productos principales son envases compostables. (Qaya Perú, 2019)
- Ecopack Perú: Emprendimiento que se encarga de la fabricación de descartables de plástico biodegradable que sustituye la fabricación tradicional con plástico a favor del medio ambiente. Dependiendo de la temperatura, el lugar y el contacto con materia orgánica, los productos pueden empezar a biodegradarse desde los 90 y 120 días para terminar su ciclo de vida entre los 240 y 360 días. (América TV, 2018)



Capítulo 3

Marco teórico

En este capítulo se analizará el marco teórico que permitirá entender y explicar de mejor forma el proyecto. Se dividirá en la descripción de las distintas variedades del maíz, definición de los polímeros y las propiedades de los principales polímeros en la industria y, por último, se definirán las normas técnicas.

3.1. Maíz

Económicamente, el maíz es el tercer cultivo más importante a nivel nacional ya que genera en promedio 307 millones de dólares anuales en ventas a precios del productor, lo que equivale al 8% del Valor Bruto de la Producción Agrícola. Son dos los tipos de maíz que contribuyen a la generación de este valor: el maíz amarillo duro o MAD (57%) y el maíz amiláceo (43%), entre los cuales se tienen identificadas más de 55 razas³² a nivel nacional (Tabla 8). (Ministerio de Agricultura del Perú, 2012).

Como indica el Ministerio de Agricultura y Riego (2017), todas las variedades de maíces que existen en nuestro país están preservadas en el Banco de Germoplasma del Programa Cooperativo de Investigaciones de Maíz de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La raza que mayor presencia tiene a nivel nacional es el maíz Gigante del Cusco, pues se ha identificado en 22 regiones, le sigue el maíz Confite Puntigudo ubicado en 19 regiones y que por sus características es considerado el más pequeño, alcanzando un tamaño de 8cm.

3.1.1. El maíz amarillo duro

Mayormente de uso agroindustrial es cultivado predominantemente en la costa, valles interandinos y en la selva del país, con una creciente expansión en la selva baja promovida por

³² La raza es un agregado de poblaciones de una especie que tienen en común caracteres morfológicos, fisiológicos y usos específicos. Estas características no son suficientes para construir una sub-especie diferente. Esta clasificación es aplicada a especies cultivadas. Se constituyen como patrimonio cultural de los pueblos.

el crecimiento de la industria avícola en las ciudades de Pucallpa y Loreto. Se destina a la elaboración de alimentos balanceados para consumo animal y de esta forma representa un mayor vínculo con el mercado. La importancia de este cultivo alcanza a la industria avícola generadora de 1300 millones de dólares anuales equivalentes al 50% del Valor Bruto de la Producción Pecuaria.

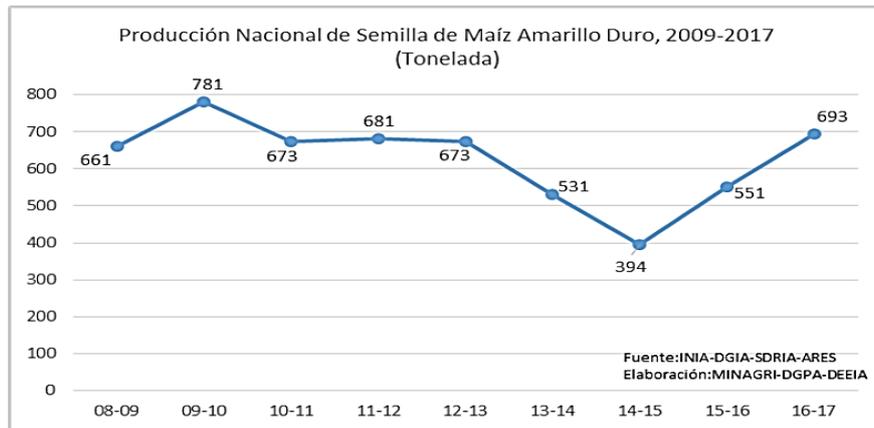


Figura 15. Producción de Maíz Amarillo Duro 2009-2017.

Fuente: Tomado y adaptado de Instituto Nacional de Innovación Agraria³³

Como se puede observar en la Figura 15, en las campañas agrícolas 2009-2010 y 2016-2017, se observaron picos altos de producción de 781 y 693 toneladas de semillas respectivamente.

Fueron 278 945 ha sembradas en esta última campaña, cifra que refleja la gran cantidad de maíz amarillo duro que está siendo demandado por la industria alimentaria comúnmente comprado para la elaboración de snacks y choclo congelado en el mercado exterior. Incluso, la Asociación de Exportadores del Perú (ADEX) tipifica a las exportaciones del maíz blanco en la categoría de “emergentes”. (Huamachuco de la Cuba, 2013)

Cabe destacar que, para el presente trabajo de investigación, este será el tipo de maíz que se utilizará para la obtención del almidón, siendo una de las principales materias primas que integra la composición de los envases biodegradables.

3.1.2. Maíz Amiláceo

Utilizado para consumo humano directo, ya sea en grano verde a la forma de choclo con una superficie dedicada a su siembra que creció en 120% en los últimos 20 años; grano

³³ Recuperado de: https://www.agromoquegua.gob.pe/doc/PLAN_NACIONAL_DE_CULTIVOS_2018-2019.pdf

seco bajo la forma de cancha³⁴, cuya superficie cosechada se mantuvo estancada creciendo solo un 10% en el mismo periodo, o transformado artesanalmente para su consumo como mote³⁵, harina, bebidas, entre otros. Una característica resaltante es su gran variabilidad en el color del grano, en la textura, composición apariencia que lo hacen particular de los países de Perú, Bolivia y Ecuador. Aunque puede ser cultivado desde el nivel del mar hasta los 3800 metros de altura, predomina en las zonas altoandinas del Perú. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2013)

En el último censo realizado IV CENAGRO en 2012, el 84% de los productores de este tipo de maíz afirmaron destinar su producción al autoconsumo familiar, esto explica el menor desarrollo tecnológico del cultivo especialmente en la generación de semillas, traducido en un crecimiento más lento de su productividad. Sin embargo, aunque está mayormente restringido al mercado interno, comenzó ese mismo año a conquistar nichos de mercado internacional, generando 21 millones de dólares en divisas al país. (Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), 2018)

En la Figura 16 se puede observar que la producción nacional creció a una tasa promedio anual de 17%. De 15 toneladas en la campaña 2008-2009, se alcanzaron a producir 53 toneladas en la campaña 2016-2017. Es decir, en las últimas 8 campañas se alcanzó un crecimiento acumulado de 250%.

**PRODUCCIÓN NACIONAL DE SEMILLA DE MAÍZ AMILÁCEO,
2009-2017
(Toneladas)**

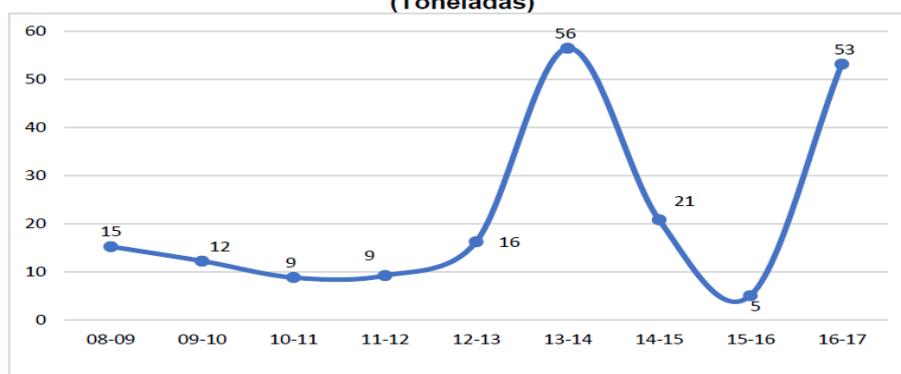


Figura 16. Producción de maíz Amiláceo 2009-2017.

Fuente: Tomado y adaptado de Instituto Nacional de Innovación Agraria³⁶

³⁴ Cancha proviene de la lengua quechua “camcha” o “kancha”. Se le denomina así al maíz tostado que se prepara calentando a fuego lento un poco de aceite o manteca a la cual se le agrega el maíz con un poco de sal.

³⁵ El mote es el maíz desgranado y sancochado con sal que se emplea en la elaboración de sopas.

³⁶ Recuperado de: https://www.agromoquegua.gob.pe/doc/PLAN_NACIONAL_DE_CULTIVOS_2018-2019.pdf

A continuación, se presentan las razas de maíz amiláceo cultivadas en territorio nacional:

Tabla 7. Razas de maíz amiláceo en el Perú

Raza de Maíz	Departamentos de cultivo	Características
Confite Morocho	Ayacucho, Huancavelica y Junín	Granos amarillos utilizados como ornamento en las festividades.
Confite Puntigudo	Cajamarca, La Libertad, Áncash, Junín, Apurímac y Ayacucho.	Granos blancos de consumo directo por los agricultores.
Kculli	Junín, Huancavelica, Apurímac, Cuzco y Cajamarca.	Granos harinosos en tonalidades que varían entre cereza y morado. Utilizado como colorante de alimentos, en bebidas como chicha no fermentada y mazamorra.
Confite Puneño	Puno	Granos amarillos en tonalidades rojizas, cereza y marrón claro.
Enano	Madre de Dios	Granos blancos. Mazorca de 8 cm de largo
Mochero	La Libertad, Ica, Lambayeque	Granos harinosos, blancos, bronce o púrpura
Alazán	La Libertad, Lambayeque, Piura.	Granos harinosos rojos, usados para elaborar la chicha (clarito).
Pagaladroga	La Libertad, Lambayeque, Piura.	Granos cristalinos en el exterior y harinosos en el interior, rojos, marrones o marrones claros.
Rabo de zorro	Áncash, La Libertad, Junín, Apurímac, Cuzco	Granos harinosos blancos o marrones.
Chaparreño	Arequipa, Ica, Lima	Granos harinosos blancos o amarillos
Chullpi	Cuzco, Apurímac, Huancavelica, Ayacucho	Granos vítreos arrugados, dulces, blancos.
Huayleño	Áncash, Lima, Ayacucho, Huancavelica	Granos amiláceos, color café variegados, consumidos tostados (cancha).
Paro	Apurímac, Ayacucho, Huancavelica	Granos harinosos de varios colores.
Morocho	Junín, Pasco, Ayacucho, Apurímac, Áncash, Amazonas, Cajamarca, La Libertad.	Granos cristalinos en el exterior y harinosos en el interior, amarillos.
Huancavelicano	Cuzco, Apurímac, Puno, Huancavelica, Ayacucho, Junín, Áncash.	Granos cristalinos en el exterior y harinosos en el interior, blancos.
Ancashino	Ancash	Granos harinosos marrones y de otros colores.
Raza de Maíz Shajatu	Departamentos de Cultivo Áncash	Características Granos harinosos cafés o rojos
Piscorunto	Apurímac, Cuzco	Granos harinosos blancos y púrpura, consumidos tostados.
Cuzco Cristalino-Amarillo	Cuzco, Apurímac, Huancavelica, Junín	Granos cristalinos en el exterior y harinosos en el centro, blancos y amarillos
Cuzco Blanco	Cuzco, Junín, Huancavelica, Áncash	Granos harinosos blancos, a veces rojos.
Granada	Cuzco, Huancavelica, Junín, Áncash	Granos harinosos, blancos, rojos o marrones.
Uchuquilla	Cuzco, Puno	Granos cristalinos en el exterior, harinosos en el centro, amarillos, naranja.
Sabanero	Cajamarca, La Libertad y Áncash	Granos harinosos, blancos o rojos.
Piricinco	Madre de Dios, Ucayali y Loreto	Granos harinosos bronce, naranja, guinda.
Huachano	Lima	Granos harinosos blancos
Chancayano	Lima	Granos harinosos blancos o rojos.
Perla	Lima, Áncash.	Granos cristalinos amarillos, naranja, rojos, rojo-marrones.
Rienda	La Libertad, Áncash, Lambayeque.	Granos cristalinos amarillos.

Raza de Maíz	Departamentos de cultivo	Características
San Gerónimo	Junín	Granos harinosos blancos.
San Gerónimo-Huancavelicano	Huancavelica, Junín	Granos harinosos, blancos, rojos, marrones.
Cuzco Gigante	Cuzco, Apurímac	Granos harinosos, blancos, a veces rojos, guinda oscura, marrones o mosaico
Arequipeño	Arequipa.	Granos amiláceos, blancos o púrpura.
Chimlos	cuzco, Huánuco	Granos cristalinos rojos
Marañón	Áncash, Huánuco, La Libertad.	Granos harinosos, bronce, marrones y rojos
Pardo	Lima, Ica.	Granos harinosos dentados, blancos, consumidos como choclo.
Arizona	Tumbes, Piura, La Libertad, Lima, Ayacucho y Arequipa	Granos cristalinos dentados, blancos o púrpura.
Colorado	La Libertad, Piura, Lambayeque.	Granos harinosos, rojos, amarillos.
Alemán	Huánuco, Pasco y Junín	Granos cristalinos, blancos.
Raza de Maíz	Departamentos de Cultivo	Características
Chuncho	Cuzco y Huánuco	Granos amiláceos o cristalinos (dentados) blancos, amarillos, rojos.
Cubano Amarillo	Costa y Selva.	Granos cristalinos con capa superior harinosa (dentados), amarillos con capa blanca.
Jora	Áncash.	Granos harinoso o cristalinos, blancos, marrones
Coruca	Tacna.	Granos harinosos (dentados) blanco, marrones o marrones. Consumidos como choclo.
Chancayano Amarillo	Lima.	Granos harinosos cristalinos (semi-dentados) amarillos.
Tumbesino	Tumbes y Piura	Granos harinosos o cristalinos, blancos, amarillos, bronce o marrones.
Morado Canteño	Lima.	Granos amiláceos morados
Morocho	Cajamarca, Amazonas.	Granos vítreos, amarillos.
Cajabambino Amarillo	Piura	Granos harinosos – semi-cristalinos, rojos.
Huancabamba	Piura	Granos color café.
Huarmaca	Piura	Granos color café.
Blanco Ayabaca	Piura	Granos harinosos (dentados) blancos.

Fuente: Tomado y adaptado de: Diversidad y Descripción de las razas del maíz del Perú ³⁷

Tabla 8. Clasificación de las razas de maíz Amiláceo

Razas	Costa	Sierra	Selva
Razas Primitivas		Confite morocho	
		Confite puntiagudo	
		Confite puneño	
		Kculli	
		Enano	
Razas derivadas de las primitivas	Mochero	Chullpi	Sabanero
	Alazán	Huayleño	
	Pagaladroga	Paro	
	Rabo de zorro	Morocho	Piricinco

³⁷https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/50301000/Races_of_Maize/Diversidad%20y%20razas%20de%20maiz%20en%20Peru.pdf

Razas	Costa	Sierra	Selva
	Chaparreño	Huancavelicano	
		Ancashino	
		Shajatu	
	Iqueño	Piscorunto	Chimlos
		Cuzco cristalino-amarillo	
		Cusco Blanco	
		Granada	
		Uchuquilla	
	Huachano	San Gerónimo	
Razas de la segunda derivación	Chancayano	S. Gerónimo-Huancavelica	Marañon
	Perla	Cuzco gigante	
	Rienda	Arequipeño	Alemán
Razas Introducidas	Pardo		
	Arizona	Morado Canteño	Chuncho
	Colorado		Cubano amarillo
	Jora	Morocho Cajabambino	
Razas Incipientes	Coruca		
	Chancayano amarillo	Amarillo Huancabamba	
	Tumbesino	Allajara	
	Morochillo	Huarmaca	
	Sarco	Blanco Ayabaca	
		Huanuqueño	
Razas No Definidas	Perlilla		

Fuente: Tomado y adaptado de Ministerio de Agricultura del Perú ³⁸

3.2. Propiedades Físicas y Químicas del Almidón de maíz

Según FAO (2016) , “el almidón es el principal constituyente del maíz y las propiedades fisicoquímicas y funcionales de este polisacárido están estrechamente relacionadas con su estructura”.

³⁸ Recuperado de:

<http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiamazamilaceo.pdf>.

Tabla 9. Composición nutricional del almidón

Nutrientes	Cantidad (Por 100 gramos)
Energía	344
Proteína	0.26
Grasa total	0.05
Colesterol	0
Glúcidos	91.27
Fibra	0.9
Calcio (mg)	2
Hierro (mg)	0.47
Yodo	0.5
Vitamina A (mg)	0
Vitamina C (mg)	0
Vitamina D (mg)	0
Vitamina E (mg)	0
Vitamina B12	0
Folato	0

Fuente: Tomado y adaptado de FUNIBER³⁹

Los componentes del almidón de maíz permiten que este tenga diversos usos en cada área del ámbito industrial y comercial. Está formado por dos polímeros de glucosa: amilosa⁴⁰ y amilopectina⁴¹. Organizadas en anillos concéntricos dan lugar a una estructura granular. “La distribución de la amilosa dentro de los anillos concéntricos difiere entre el centro y la periferia del gránulo, ya que sólo ocupa los lugares disponibles que deja la amilopectina después de sintetizarse”. (Rodríguez, 2015)

Tabla 10. Propiedades fisicoquímicas del almidón de maíz

Características	Porcentaje
% Humedad	11.47
%Proteína cruda	0.83
%Materia grasa	0.52
%Fibra cruda	0.53
% Ceniza	0.02
%Fosforo	1.53
PH	5.30
Acidez	0.19
Densidad Absoluta	1.47
Consistencia de gel	145

Fuente: Tomado y adaptado de Instituto de ciencia y tecnología de alimentos.⁴²

³⁹ Recuperado de: <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/ALMIDON-DE-MAIZ-1>

⁴⁰ Molécula lineal de almidón que está constituida por muchos anillos de glucosa unidos entre sí para formar largas moléculas que no tienen ramificaciones.

⁴¹ Molécula del almidón que tiene ramificaciones y está constituida por muchos anillos de glucosa unidos entre sí para formar largas moléculas con numerosas ramificaciones laterales cortas.

⁴² Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622013000400009

En el proceso de gelificación, el cual consiste en la formación de un gel, este no se produce hasta que se enfríe el almidón gelatinizado. En esta etapa tiene un 27% de amilosa, tamaño de 5 – 25 micras, temperatura ente 88-90°C, con una viscosidad media, opaca y tiene una tendencia muy alta de gelificar.

Propiedades funcionales:

Según FUNIBER (2017), las propiedades funcionales del almidón de maíz son las siguientes:

- Contenido de materia seca: Permite observar la cantidad de materia seca que posee el almidón de maíz con relación al peso de esta cantidad de materia. Este se puede obtener con la siguiente formula:

$$\% \text{materia seca} = \frac{\text{peso de la m. seca} - \text{peso del crisol vacío}}{\text{peso de la materia seca}} \times 100\%$$

- Índice de absorción de agua (IAA): Permite medir la capacidad de absorción del agua del granulo del almidón y la exudación de fracciones a medida que se incrementa la temperatura de suspensiones.

$$\text{IAA} = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{peso muestra(g)}}$$

- Solubilidad en agua (ISA): Indica el grado de asociación existente entre los polímeros del almidón.

$$\text{ISA} = \frac{\text{Peso soluble (g)} \times V \times 10}{\text{peso muestra(g)}} \times 100$$

- Temperatura de gelatinización: Es la temperatura en la cual se inicia el hinchamiento de los gránulos, el cual se puede leer en el termómetro. Generalmente esta varía entre 88-90°C.

3.3. Envases biodegradables

3.3.1. Definición de envases compostables y biodegradables

Según Group (2019), empresa referente en la fabricación de materiales para “*packaging*” flexible, comenta que todos los plásticos compostable son biodegradables, pero no todos los plásticos biodegradables son compostable.

Envases biodegradables:

Se definen como aquellos fabricados con materia prima orgánica que se obtiene de fuentes renovables como el plátano, la estopa de coco, cascarilla de arroz, almidón de maíz, entre otros. Al convertirse en residuos se deshacen al ponerse en contacto con el medio ambiente convirtiéndose en biomasa y nutrientes, o por el metabolismo de los organismos. Es un proceso en el que no interviene la acción del hombre y tarda pocos años en realizar su degradación. (Baqué, 2019)

Envases Compostable:

Se descomponen por acción microbiológica en un periodo más breve, generalmente entre 8 a 12 semanas. Se definen como aquel en el que sus materiales desechados se convierten en compost, es decir abono orgánico. (Baqué, 2019)

3.3.2. Características de los envases biodegradables

Según NaturePlast (s.f.), los envases biodegradables deben tener una serie de características para lograr ser un producto de calidad para los clientes, entre ellos tenemos:

- Características rígidas que permita una resistencia adecuada en su utilización, pues por ejemplo para envases del sector alimentario, es necesario que tenga un soporte de los alimentos, ya que algunos tienen un peso excesivo.
- Resistente a bajas temperaturas, pues la mayoría de estos productos son utilizados para conservar alimentos en zonas heladas, permitiendo así mantenerlos mejor durante más tiempo, y así conservar sus características organolépticas.
- Los envases biodegradables deben estar elaborados por materiales bioplásticos como el ácido láctico que posee propiedades mecánicas similares al PET (Tereftalato de polietileno), pero este es un material biodegradable.
- Mejora la huella ambiental del envase, contribuyendo así al cuidado del medio ambiente, utilizando materiales de origen biológico o coproductos, que permitan que estos envases se degraden rápidamente y evite la contaminación por plástico.

3.3.3. Ventajas y desventajas del de envases biodegradables

Como se afirma en ERENOVABLE.COM (2018), es de suma importancia analizar las ventajas y desventajas de usar envases biodegradables, ya que nos permitirá evaluar si es un proyecto viable o no.

Ventajas:

- Son materiales que pueden ser consumidos por microorganismos, que contribuyen a la continuación del ciclo de vida de los seres vivos.
- No eliminan ni desechan ningún tipo de elemento químico ni gases a la atmosfera, permitiendo la reducción de la huella de carbono, lo que generaría un menor impacto en los ecosistema o paisajes.
- No generan residuos, pues su tiempo de vida útil es corta.
- Además de fabricar envases biodegradables, se pueden producir diferentes objetos para uso cotidiano como bolsas, cubiertos, entre otros. Pues su proceso de fabricación es sencillo y barato, porque se basan en materiales naturales y no necesitan ser procesados donde intervengan sustancias tóxicas.
- Las personas que utilizan este tipo de envases están contribuyendo al cuidado del medio ambiente, permitiendo así reducir el plástico, el cual contiene alto porcentaje de propiedades cancerígenas que afectan la salud de los seres vivos.

Desventajas:

- Al utilizar productos agrícolas como el maíz, coco, entre otros. Se tiene una alta incertidumbre, por la cual se depende de la producción de estos a lo largo del año, pues se producen en ciertas temporadas, perjudicando así la productividad y rentabilidad de estos productos.
- Generalmente los envases biodegradables utilizados no terminan en los sistemas de compostaje adecuado, esto quiere decir que culminan en los basureros, lugares que no poseen las condiciones adecuadas para su correcta descomposición.
- La aceptación por parte de los clientes, pues se le es difícil distinguir entre un plástico normal y uno biodegradable, teniendo en cuenta que posean las mismas características y les perjudiquen a la salud; es por eso por lo que deben tener un buen estudio de mercado y una red de acogida y demostración hacia los consumidores.

3.4. Polímeros

Los polímeros son materiales constituidos por la unión de monómeros, que son moléculas muy pequeñas, en largas y repetitivas cadenas. Los materiales tienen propiedades únicas, dependiendo del tipo de moléculas que se unen y cómo se unen.

Características generales de un polímero:

- Bajo punto de fusión, que permite moldearlo fácilmente.
- Baja densidad, son productos ligeros que son útiles para la industria del automóvil y la de los envases.
- Pobre conductividad eléctrica y térmica, los vuelve ideales como materiales aislantes.
- Poca reactividad química, no ocasionan riesgos al entrar en contacto con los alimentos, muy usados en el sector de los envases de un solo uso.

Clasificación de los polímeros:

Según Cedrón & Landa (2019), la clasificación de los polímeros según su origen, su estructura y su comportamiento térmico es la siguiente:

Según su origen:

- a) Polímeros naturales: Son polímeros que se existen en la naturaleza como tales, entre ellos tenemos el caucho, el almidón y la celulosa.
- b) Polímeros sintéticos: Son polímeros que pueden ser creados y sintetizados en laboratorios. Por ejemplo, el polímero más común que es el polietileno y las fibras de nylon.
- c) Polímeros semisintéticos: Son polímeros obtenidos realizando modificaciones de forma artificial a polímeros naturales en laboratorios. Por ejemplo, el acetato de celulosa y el caucho vulcanizado.

Según su estructura:

- a) Polímeros lineales: Son polímeros que tienen una estructura similar a una larga cadena lineal con uniones idénticas entre cada monómero, son de alto punto de fusión y densidad mayor. El ejemplo más común es el PVC (policloruro de vinilo).
- b) Polímeros ramificados: Son polímeros con una larga cadena lineal de uniones de monómeros, pero además poseen algunas cadenas ramificadas de diferente extensión, poseen una baja densidad y un bajo punto de fusión. Por ejemplo, el polietileno de baja densidad (PEBD).

Según su comportamiento térmico:

- a) Polímeros termoplásticos: Son aquellos polímeros que pueden ser moldeados al calentarse y permite una fácil transformación de este, entre ellos tenemos el PVC.

- b) Polímeros termoestables: Son aquellos polímeros que al calentarse se descomponen químicamente y no pueden ser moldeados. Por ejemplo, tenemos la baquelita usado para fabricar asas de ollas.

3.4.1. Polimerización

Según Speight (2017), la polimerización es una reacción química usualmente realizada con un catalizador, calor o luz (generalmente bajo una gran presión) en la cual un gran número de monómeros, como el etileno, se combinan para formar un producto de mayor peso molecular, un polímero como el polietileno.

Los monómeros pueden ser todos iguales o pueden representar dos o más compuestos distintos y, usualmente, al menos unas 100 moléculas de polímeros deben combinarse para crear un producto que tenga ciertas propiedades físicas únicas, como elasticidad o la habilidad de formar fibras, que diferencian a los polímeros de materiales compuestos de moléculas más simples y pequeñas.

Según la Encyclopaedia Britannica (2017), se distinguen dos clases de polimerización:

- Policondensación: Cada etapa del proceso es acompañada por la formación de una molécula de algún compuesto simple, usualmente agua.

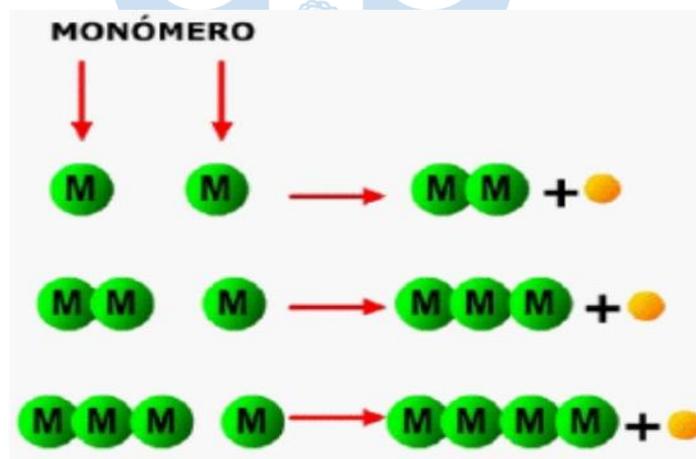


Figura 17. Polimerización por condensación.

Fuente: Tomado y adaptado de Mexpolímeros⁴³

- Polimerización por adición: Los monómeros reaccionan para formar un polímero sin la formación de subproductos. Generalmente se lleva a cabo en presencia de catalizadores,

⁴³ Recuperado de: Mexpolimeros.com

que en ciertos casos ejercen control sobre los detalles estructurales que tienen importantes efectos en las propiedades de los polímeros.

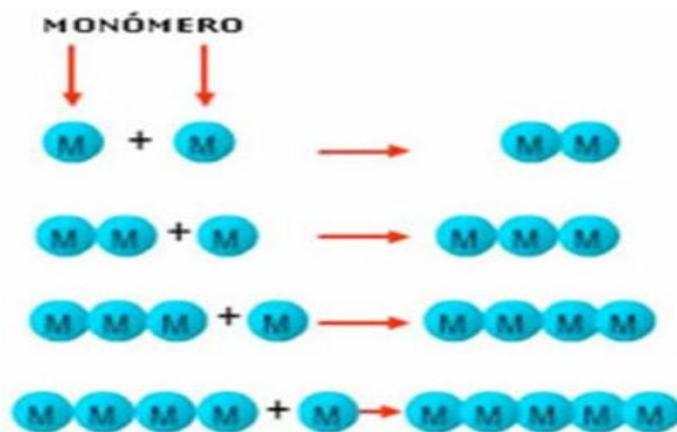


Figura 18. Polimerización por adición.
Fuente: Tomado y adaptado de Mexpolimeros.⁴⁴

3.4.2. Principales polímeros en la industria y sus propiedades

Según la Universidad Carlos III de Madrid (2019), los principales tipo de polímeros son:

- Poli-estireno expandido (PS):

Polímero termoplástico técnico que posee resistencia mecánica media, elevada rigidez, buena resistencia química a bases y ácidos. Es transparente con una superficie brillante que brinda una buena transmisión de luz, es un buen aislante térmico y no resiste a la intemperie, además, tiene una temperatura de uso desde los $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $50/70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Entre sus principales aplicaciones tenemos los envases desechables de alimentos, equipos de aire acondicionado, dispositivos médicos, vidrios/envases de bebidas desechables y productos que reemplazan a la madera.

Ventajas

- De bajo precio y costo
- Fácil y rápido de unir
- Fácil de decorar

Desventajas

- Baja resistencia al impacto

⁴⁴ Recuperado de: Mexpolimeros.com

- Brillante después de la exposición a radiación UV
- Tensiones mecánicas
- No tiene buena resistencia a altas temperaturas



Figura 19. Poliestireno expandido en forma de envase.
Fuente: Tomado y adaptado de Google Imágenes.⁴⁵

- Poli-carbonato (PC):

Polímero termoplástico que posee una resistencia mecánica y dureza media-alta, elevada rigidez y excelente resistencia al impacto. Es transparente con una ligera tonalidad amarilla, es un buen aislante eléctrico e ignífugo presentando una temperatura de uso desde los $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $135\text{ }^{\circ}\text{C}$, además de resistir a la intemperie y poseer una resistencia química media. Entre sus principales aplicaciones tenemos los techos transparentes y translúcidos, guardas de maquinaria industrial y anuncios publicitarios.

Ventajas:

- Resistencia al impacto extremadamente elevada
- Gran transparencia
- Excelente dureza
- Alta resistencia al calor

Desventajas:

- Resistencia media a sustancias químicas
- Sensibilidad al entallado y susceptibilidad a fisuras por esfuerzos
- Sensibilidad a la hidrólisis

⁴⁵ Recuperado de: <https://www.google.com/imghp?hl=es>

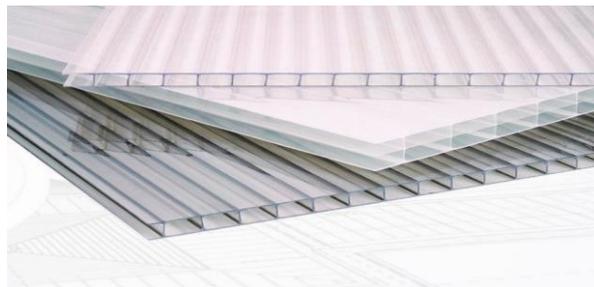


Figura 20. Lámina de policarbonato para techo.
Fuente: Tomado y adaptado de Google Imágenes⁴⁶

▪ Polietileno:

Polímero termoplástico estándar, creado a partir de una polimerización por adición. Posee una alta resistencia química, es flexible (incluso en temperaturas bajas), es muy ligero, además de tener una alta resistencia al agua y al impacto. Entre sus principales aplicaciones tenemos los recipientes de laboratorios para contener ácidos, juguetes, utensilios domésticos y producción de bolsas de plástico y de basura.

Ventajas:

- Fácil de transportar
- No se deforma de manera permanente
- Tiene una vida útil bastante larga
- Es reciclable

Desventajas:

- Se agrieta por tensión
- Insuficiente resistencia a la intemperie
- Dilatación térmica alta



Figura 21. Film de polietileno.
Fuente: Tomado y adaptado de Google Imágenes⁴⁷

⁴⁶ Recuperado de: <https://www.google.com/imghp?hl=es>

⁴⁷ Recuperado de: <https://www.google.com/imghp?hl=es>

- **Policloruro de vinilo:**

Polímero termoplástico que posee buena resistencia mecánica y química, elevada rigidez y dureza, con resistencia a la intemperie usando estabilizadores. Además, es un aislante eléctrico moderado, es ignífugo con una temperatura de uso desde los $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, y se puede pegar y soldar. Entre sus principales aplicaciones tenemos envases y embalajes, construcción, tubos y bolsas para suero, juguetes y calzado.

Ventajas:

- Excelente durabilidad y vida útil de 40 o más años
- Resistente a ambientes agresivos
- Fácil instalación en forma de tubería

Desventajas:

- Cancerígeno por cloruro de vinilo



Figura 22. Tubos de PVC.

Fuente: Tomado y adaptado de Google Imágenes⁴⁸

- **Ácido poliláctico (PLA):**

Polímero biodegradable permanente e inodoro, es claro y brillante como el poliestireno. Resistente a la humedad y a la grasa, con una inflamabilidad muy baja, dependiendo de la formulación puede ser rígido o flexible. Entre sus principales aplicaciones tenemos baterías, juguetes, botellas para bebidas alcohólicas y para otros productos no alimenticios.

Ventajas:

- Producción a partir de fuentes renovables
- Rápida reducción másica y volumétrica de sus residuos

⁴⁸ Recuperado de: <https://www.google.com/imghp?hl=es>

Desventajas:

- No resiste altas temperaturas
- Postproceso de pintado, mecanizado y pegado es muy complicado



Figura 23. Filamento de PLA.
Fuente: Tomado y adaptado de Google Imágenes⁴⁹

3.5. Normas técnicas

3.5.1. Normas sanitarias y de seguridad para la elaboración

- Reglamento para la Apertura y Control Sanitario de Plantas Industriales de Conformidad con el Artículo N° 160° del Título “X” de la Ley N.° 13270 de Promoción Industrial: La finalidad de las disposiciones contenidas en este Reglamento es la de establecer las Normas, en lo que a Saneamiento concierne y los trámites a que debe sujetarse una industria para conseguir su aprobación sanitaria. A continuación, las más resaltantes que se deben tomar en cuenta: (Belaúnde Terry, 1965)

Artículo 10°.- Las plantas industriales sólo podrán estar ubicadas en los lugares autorizados por la Oficina Nacional de Planeamiento y Urbanismo, siempre y cuando las condiciones sanitarias del lugar así lo permitan.

Artículo 12°.- Las plantas industriales deberán ser calculadas en sus elementos estructurales de acuerdo a los esfuerzos que van a resistir para satisfacer las condiciones de seguridad, en conformidad con el Reglamento de Construcción vigente.

Artículo 29°.- El proyecto y la instalación de los servicios de agua y desagüe interiores, se harán de acuerdo con las reglamentaciones existentes sobre el particular.

Artículo 40°.- Los establecimientos industriales donde existen procesos, operaciones materiales o condiciones capaces de producir efectos adversos a la salud de los trabajadores o

⁴⁹ Recuperado de: <https://www.google.com/imghp?hl=es>

causar perjuicios y molestia al vecindario, deberán cumplir las normas del presente Reglamento sobre concentraciones máximas permisibles para contaminantes atmosféricos; temperatura, humedad, ruido, vibración, presión, energía radiante, iluminación, ventilación, etc. para mantener el ambiente de trabajo libre de riesgos internos y externos.

Asimismo, el establecimiento e implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo -SGSST, tiene por finalidad contribuir a la mejora de las condiciones y factores que pueden afectar el bienestar de todas las personas que se encuentren dentro de las instalaciones de una empresa, a través de la inserción de todas aquellas medidas de prevención y protección que permitan salvaguardar la ocurrencia de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales. Las principales normas legales y reglamentarias en el Perú son las siguientes: (ABJ, 2019)

- Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783.
- Decreto Supremo N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, del 24-04-2012.
- Ley N° 30222 que modifica la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783.
- Decreto Supremo N° 006-2014-TR, Reglamento de la Ley N° 30222.
- Decreto Supremo N° 010-2014-TR, aprueban normas complementarias para la adecuada aplicación de la única disposición complementaria transitoria de la Ley N° 30222, Ley que modifica la Ley de seguridad y Salud en el Trabajo, del 19-09-2014.
- Decreto Supremo N° 012-2014-TR, que aprueba el registro único de información sobre accidentes de trabajo, incidentes peligrosos y enfermedades ocupacionales.
- Resolución Ministerial N° 148-2012-TR, guía para el proceso de elección de los representantes de los trabajadores ante el comité.
- Decreto Supremo N° 014-2013-TR, Registro de Auditores Autorizados para la Evaluación Periódica del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Resolución Ministerial N° 374-2008-TR, aprueba listado de agentes físicos, químicos, biológicos, disergonómicos y psicosociales que afectan a la madre gestante, feto o al embrión.
- Resolución Ministerial N° 375-2008-TR, aprueba norma básica de ergonomía y procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico.
- Resolución Ministerial N° 050-2013- TR, aprueba formatos referenciales que contemplan la información mínima que deben contener los registros obligatorios del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- Resolución Ministerial N° 082-2013-TR, aprueba el sistema simplificado de registros del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para Mypes.

3.5.2. Normas de calidad y biodegradabilidad para envases biodegradables

En el Perú:

“Decreto Supremo que aprueba la reducción del plástico de un solo uso y promueve el consumo responsable del plástico en las entidades del Poder Ejecutivo. DECRETO SUPREMO N° 013-2018-MINAM.” (Vizcarra Cornejo, 2018)

Para la aplicación del presente Decreto Supremo, se debe considerar las siguientes definiciones:

- **Biodegradabilidad:** Para ser designado como orgánicamente recuperable, cada envase o embalaje, material de envase o embalaje o componente de envase o embalaje debe ser biodegradable de forma inherente y última como se demuestra en los ensayos de laboratorio indicados en el capítulo 7 y según los criterios y niveles de aceptación indicados en los apartados A1 y A2 del Anexo A de la versión actualizada de la Norma Técnica Peruana 900.080 “ENVASE Y EMBALAJES. Requisitos de los envases y embalajes. Programa de ensayo y criterios de evaluación de biodegradabilidad”. Es importante señalar que, en tanto no se cuente con organismos de evaluación de la conformidad de la biodegradabilidad acreditados a nivel nacional, se permite como medios de verificación las fichas técnicas y/u hojas de seguridad del productor que declaren que el producto cumple lo establecido en la NTP 900.080 u otras normas internacionales o nacionales que cumplan como mínimo con los criterios de evaluación de la NTP 900.080.

Internacional:

La EN 13432: “Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje”, es una norma del Comité europeo de normalización sobre las características que un material debe poseer para poder ser definido biodegradable. Un material para ser definido “biodegradable” debe poseer las características siguientes: (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2001)

- Degradarse como mínimo del 90% en 6 meses, si es sometido a un ambiente rico de dióxido de carbono. Estos valores deben probarse con el método estándar EN 14046 (que también recibe el nombre de ISO 14855).
- En contacto con materiales orgánicos, al cabo de 3 meses la masa del material debe estar constituida como mínimo por el 90% de fragmentos de dimensiones inferiores a 2 mm. Estos valores deben probarse con el método estándar EN 14045.
- El material no debe tener efectos negativos sobre el proceso de compostaje.
- Baja concentración de metales pesados incorporados en el material.
- Valores de pH dentro de los límites establecidos.
- Contenido salino dentro de los límites establecidos.
- Concentración de sólidos volátiles dentro de los límites establecidos.
- Concentración de nitrógeno, fósforo, magnesio y potasio dentro de los límites establecidos.



Capítulo 4

Metodología

En este capítulo se expondrá la metodología a seguir para el éxito en la realización de este proyecto, los puntos a explicar son: Planteamiento del problema, sus causas directas y el impacto de este en la sociedad, además de plantear los objetivos generales y específicos del proyecto, su justificación y los beneficios que otorga su ejecución. Por último, se plantea la Hipótesis y las técnicas y/o herramientas para el análisis y la solución del problema.

4.1. Planteamiento del problema

4.1.1. Problemáticas y causas directas

El problema que busca resolver el proyecto es la gran contaminación en la ciudad de Piura, generada por excesivo consumo de alimentos en envases de poliestireno expandido (Tecnopor).

La Defensoría del Pueblo Piura (2017) informó que Piura produce un promedio de 200 toneladas de basura diariamente, de las cuales solo 50 son recogidas. Esto es producido como consecuencia de ser la segunda ciudad más poblada del país según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). Ante esta problemática, este proyecto surge como una forma alternativa para reducir esta cifra y a su vez como una oportunidad de negocio, ya que el grano amarillo es el tipo de maíz con mayor producción a nivel global (Ministerio de Agricultura y Riego , 2015).

Causas Directas:

- Inadecuada gestión de residuos plásticos en la zona urbana y rural debido a una limitada concientización sobre el cuidado del ambiente por parte de la población y por un sistema municipal deficiente de aprovechamiento y disposición final de residuos plásticos.

- Inadecuados hábitos de higiene y quema de residuos plásticos por parte de la población traen como consecuencia altos niveles de acumulación de basura dentro y fuera de la ciudad de Piura. El largo tiempo de conservación de alimentos en plástico gracias a su elevada composición en petroquímicos, lo vuelve anticorrosivo, impermeable y aislante térmico generando su uso excesivo en la industria alimentaria.
- Alta resistencia y duración de degradación de los polímeros como el poliestireno expandido cuyas propiedades químicas no son amigables con el ambiente.
- Baja demanda de alimentos en envases de vidrio y plástico biodegradable por altos precios de venta al público debido a altos costos que dificultan la producción de envases biodegradables en la ciudad de Piura.
- Alta presencia de malos olores, lixiviados en el suelo y generación de gases tóxicos promueven el deterioro de la calidad ambiental y a su vez la proliferación de vectores en focos infecciosos aumentando de la morbilidad piurana.

4.1.2. Impacto en la sociedad

El uso del plástico ha incrementado 20 veces en la última mitad del siglo XXI. El Ministerio del Ambiente (2019) anunció que cada año se generan 300 millones de toneladas de residuos plásticos en todo el mundo, de los cuales 8 millones de toneladas son vertidos a los océanos. Estima además que, el 50 % del total de residuos plásticos son de un solo uso, es decir, no son reciclables ni reutilizables. Al convertirse rápida y excesivamente en desechos, se teme que para el 2050 el daño ocasionado en el ambiente sea irreversible.

En todo el mundo, solo el 14% de envases plásticos son recolectados para reciclaje, otro 14% se envía a un proceso de incineración y/o recuperación de energía. El 72% de los envases de plástico no se recupera en absoluto: el 40% se vierte en vertederos y el 32% se escapa del sistema de recolección generando costos económicos significativos al reducir la productividad de los ecosistemas naturales.

Después de su corto ciclo de primer uso, el 95% del valor de este material, es decir, un valor que oscila entre 80 y 120 000 millones de dólares anuales se pierde en la economía global. El costo de tales externalidades negativas posteriores al uso de envases de plástico, más el costo asociado con las emisiones de gases de efecto invernadero de su producción, rodea los 40 000 millones anuales, superan el total de ganancias generadas por la industria productora de tales envases. (Foro Económico Mundial y la Fundación Ellen MacArthur, 2016).

4.2. Objetivos

4.2.1. Objetivo general

Diseñar el proceso productivo para fabricar bandejas biodegradables a partir de la fécula de maíz, para demostrar que el proceso productivo es viable, rentable y eco amigable.

4.2.2. Objetivos específicos

A continuación, se detallarán los objetivos referentes al proyecto, los objetivos relacionados con el estudio de mercado, el diseño del proceso y la experimentación se describen posteriormente.

- Realizar una investigación que abarque los antecedentes y situación actual del maíz y de la industria de los plásticos.
- Realizar una investigación sobre la materia prima de este proyecto para que pueda ser usada en las próximas líneas de investigación.
- Diseñar el proceso artesanal de obtención del producto final y realizar pruebas experimentales con la metodología establecida para encontrar el prototipo óptimo.
- Asegurar el cumplimiento de las normas técnicas que se requiere para que las bandejas biodegradables puedan ser comercializadas y a la vez no afecte la salud del consumidor.
- Realizar un estudio de mercado para determinar el público objetivo, la aceptación del producto y el valor que tiene él. Dentro de este estudio se realizarán las siguientes actividades:
 - Entrevistas a expertos sobre las características de la calidad que debe tener este producto.
 - Encuestas personales a posibles clientes para determinar las principales demandas que tienen sobre el producto.
 - “Focus Group”.

4.3. Justificación y beneficios

Se espera que con el desarrollo del proyecto se logren los siguientes beneficios:

- Reducir la cantidad de bandejas de poliestireno expandido acumuladas y que generan contaminación en la ciudad de Piura.

- Utilizar el derivado de un producto de la región (maíz), como lo es la fécula de maíz, para la elaboración de bandejas biodegradables, lo cual generará mayores ingresos a los productores de maíz de la región de Piura y a los supermercados, en la cual los clientes se verán atraídos por la imagen eco amigable que presentará.
- Lanzar al mercado un producto que no genere contaminación a los ecosistemas, como lo son las bandejas biodegradables, las cuales se desintegran en por lo menos 100 días.

4.4. Formulación de la hipótesis

La presente investigación plantea como hipótesis la viabilidad del proceso productivo de envases biodegradables a partir de almidón de maíz.

4.5. Técnicas y metodologías

4.5.1. Brainstorming o lluvia de ideas

Es una herramienta importante y creativa que permite generar ideas a través del trabajo en equipo, y así poder identificar las causas, aportar diferentes soluciones a un problema en específico y hacer más eficaz un proceso o actividad de una determinada empresa. Según Gen Words (2018), esta técnica otorga diferentes beneficios como, ofrecer un ambiente participativo, en donde los miembros del equipo manifiesten sus ideas con libertad y sin ninguna limitación; aumenta la innovación e incrementa la productividad. Esta herramienta se utilizó al inicio de este proyecto, donde los miembros del equipo dieron sus ideas para lograr saber cuál es la más factible.



Figura 24. Brainstorming o lluvias de ideas

Fuente: Tomado y adaptado de GenWords ⁵⁰

⁵⁰ Recuperado de: <https://www.genwords.com/blog/brainstorming>

4.5.2. Árbol de problemas

Según la UNESCO, esta herramienta es utilizada en el Marco lógico y se utiliza para identificar una situación negativa o problema central, el cual se pretende solucionar analizando las relaciones de tipo causa – efecto. De este modo, se obtendrá diferentes alternativas de solución, en lugar de tener una solución única. (UNESCO, 2017). Se desarrolla en un gráfico en forma de árbol, en el cual en el centro se ubica el problema central, en la parte superior los efectos (directos e indirectos) y en la parte inferior las causas (directas e indirectas). Esta herramienta se utilizó en la iniciación del proyecto para determinar sus causas y objetivos, se realizó un taller utilizando dicha herramienta que sirvió para conocer las causas del problema y proponer sus respectivas soluciones.

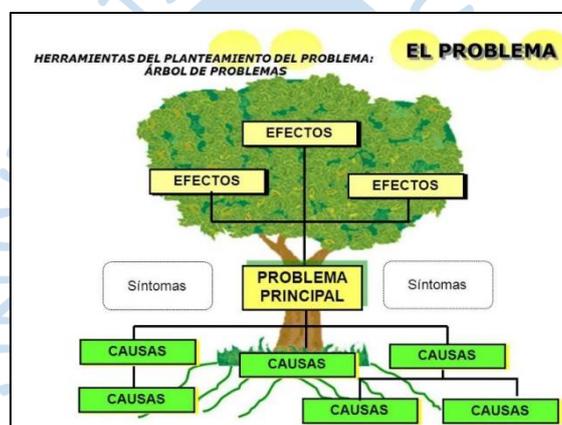


Figura 25. Diagrama de árbol de problemas.
Fuente: Tomado y adaptado de Proyecto educativo Ricardo Cárdenas⁵¹

4.5.3. Diagrama de Ishikawa

“Un diagrama causa-efecto bien organizado sirve como vehículo para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido” (Romero Bermúdez & Díaz Camacho, 2010). Esta metodología será aplicada para poder analizar los distintos problemas que se presenten en los procesos de experimentación con el objetivo de ir más allá de los resultados y poder encontrar la raíz del problema.

⁵¹ Recuperado de: <https://proyectoeducativorichardcardenas.wordpress.com/2016/05/30/arbol-de-problemas/>

Esta herramienta se ha utilizado en la iniciación del proyecto, en donde el equipo dio sus ideas sobre las causas del problema de la contaminación de plásticos y se organizó en un diagrama de Ishikawa para tener un mejor enfoque del problema.

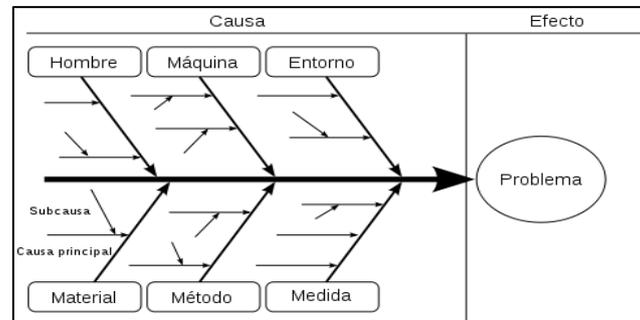


Figura 26. Diagrama Causa – Efecto.

Fuente: Tomado y adaptado de Progress lean.⁵²

4.5.4. Investigación de Mercado

Se emplearán encuestas y el juicio de experto como metodologías para la investigación de mercado. Los objetivos de esta investigación de mercado son:

Objetivo general:

- Averiguar la aceptación que tendrían las bandejas biodegradables

Objetivos específicos:

- Definir al público objetivo.
- Determinar las características que el público desea que posea el producto.
- Definir si las personas tienen conocimiento de un producto eco amigable similar.
- Sondear cuánto estarían dispuestos a pagar por el producto.
- Determinar el grado de éxito o fracaso del producto en el mercado.

Encuestas: Según Grasso (2006), la encuesta permite adquirir datos de manera más sistemática que otros procedimientos de observación. Hace posible el registro minucioso de los datos, el estudiar una población a través de muestras con respaldo de representatividad, la generalización de las conclusiones como conocimiento de los márgenes de error y el monitoreo de algunos factores que indiquen sobre la situación a observar.

⁵² Recuperado de: <https://www.progresslean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

Según Grasso (2006), la planificación y realización de una encuesta requiere cumplir una serie de etapas que pueden resumirse de la siguiente manera y que serán aplicadas en su totalidad para las encuestas:

- Elaboración del problema o tema.
- Definición de la población objetivo.
- Diseño de la muestra.
- Redacción del cuestionario o preparación de las entrevistas.
- Preparación de la tarea de campo para la recolección de la información.
- Evaluación del funcionamiento del cuestionario y del trabajo de campo.
- Elaboración de la matriz de datos.
- Ingreso de datos.
- Procesamiento y análisis de los datos.
- Cálculos estadísticos.
- Discusión de los resultados.
- Redacción de un informe para la comunicación de los resultados.

Para poder determinar el número de encuestas que se emplearán en este proyecto se utilizará la siguiente fórmula para poblaciones finitas:

$$x = \frac{NzZ^2xpxq}{e_{\text{máx}}^2x(N-1) + Z^2xpxq}$$

Dónde:

N: Tamaño de la población

Z: Nivel de confianza

P: Probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q: Probabilidad de fracaso

E: Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

4.5.5. Juicio de experto

El juicio o juicios de expertos son opiniones que se pueden recopilar de profesionales expertos en un determinado tema o disciplina relacionada al proyecto que se está realizando. Esta información se obtiene dentro o fuera de la organización, ya sea gratuitamente o por medio

de una contratación, en asociaciones profesionales, cámaras de comercio, instituciones gubernamentales o universidades. (Esterkin, 2008)

4.5.6. Metodología para diseñar el proceso

El objetivo principal de este apartado es diseñar una adecuada distribución de la planta para la ejecución o poner en funcionamiento el sistema productivo de envases biodegradables a partir de almidón de maíz.

La distribución en planta consiste en distribuir óptimamente los elementos que forman parte de una instalación, ya sea en el ámbito industrial o servicios; generando un costo más eficiente, segura y satisfactoria para los trabajadores de una organización, esto quiere decir que los empleados pueden realizar un trabajo óptimo y aumentar su productividad. Esta comprende espacios adecuados para su movimiento, almacenamiento, entre otros. Según Ingeniería rural(s.f.), esta metodología se encuentra dividida en cuatro fases:

Fase 1: Ubicación

La distribución en la planta para el sistema productivo para la elaboración de envases biodegradables a partir de almidón de maíz se llevará a cabo en las afueras de la ciudad de Piura. Esta se determinará mediante una estricta búsqueda del lugar adecuados mediante métodos de localización.

Fase 2: Distribución general

En esta fase, ya se debe tener la disposición de la planta actual del lugar donde se implementará este proceso; es por eso por lo que se considera estos pasos:

- Áreas para considerar: Establecer las áreas solicitadas por los diferentes factores que afectan la disposición de la planta.
- Áreas disponibles: Establecer las áreas ya existentes en la planta, añadiendo así lograr ajustar el proceso a dichas áreas.

Fase 3: Distribución a detalle

En dicha fase se mostrará toda la maquinaria y equipo correspondiente al proceso; es decir el diseño final de la planta.

4.5.7. Metodología de experimentación

El objetivo principal de la experimentación es la obtención de bandejas biodegradables a partir de almidón de maíz. Las metodologías para la fase de experimentación son:

- **Construcción del prototipo**

Para la elaboración del prototipo se utilizará el proceso experimental probatorio, el cual consiste en realizar varios experimentos midiendo y analizando parámetros, hasta obtener el prototipo final.

- **Materiales para utilizar en el experimento:**

- Vinagre
- Almidón de maíz Glicerina
- Agua destilada

- **Equipos**

- Horno tostador
- Molde
- Balanza gramera
- Cocina eléctrica

- **Variables e indicadores de control**

- Humedad: Indicador para medir la cantidad de agua, vapor, o cualquier otro liquido presente en la superficie o interior de la bandeja elaborada.

- **Pruebas**

Luego de realizar el prototipo se procederá a hacer las pruebas del prototipo para verificar la calidad y biodegradabilidad del producto.



Capítulo 5

Estudio de mercado

En el presente capítulo, se describirá la oportunidad que se tiene en el mercado, identificando el mercado objetivo incluyendo a los clientes potenciales que se interesan en el proyecto; así como, describir y analizar los resultados obtenidos de los diferentes métodos empleados para la recopilación de datos, como las encuestas, focus group, entre otros.

5.1. Planteamiento de la oportunidad

5.1.1. Descripción de oportunidad en el mercado

Según Minan (s.f.) luego de los restos orgánicos. La mayoría no es tratada para ser reutilizado, el 91% del plástico que fabricamos o utilizamos no se recicla. En el Perú, solo se recicla el 0.3% de las 950 mil toneladas de plástico desechado.

Es por eso, que el mercado va a necesitar productos biodegradables que reemplacen los plásticos y bandejas descartables de Tecnopor. Las bandejas biodegradables a base de maíz permiten reemplazar lo mencionado anteriormente, logrando reducir el impacto que ocasiona en el medio ambiente y así poder cuidar la salud de los consumidores.

5.1.2. Clientes potenciales

El mercado donde se comercializará las bandejas biodegradables a partir de almidón de maíz se encuentra dirigido a dos sectores: supermercados más importantes de la ciudad de Piura, donde comercializaremos este producto para la venta de alimentos refrigerados o sin refrigerar, ellos son los clientes potenciales de nuestro proyecto, pues además de ser nuestros clientes, son nuestros principales aliados para mostrar nuestro producto al otro sector.

El otro sector se refiere a la población que se encuentran en edad de trabajar, es decir la población que compran estas bandejas para uso cotidiano como refrigeración, fiestas,

parrilladas, ente otros. Es muy importante priorizar a estos dos sectores y saber cuáles son sus preferencias más valoradas y así, poder brindarles un producto de calidad de acuerdo con sus especificaciones acordadas.

5.2. Objetivos de estudio

5.2.1. Objetivo general

Determinar la demanda potencial de bandejas biodegradables a base de fécula de maíz en la provincia de Piura.

5.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la importancia de sustituir las bandejas actuales con las bandejas biodegradables.
- Identificar y evaluar la característica más valorada y menos valorada por los clientes hacia nuestro producto.
- Determinar la aceptación de nuestro público objetivo al introducir el nuevo producto.
- Determinar el precio que el mercado piurano esté dispuesto a pagar por las bandejas biodegradables a base de almidón de maíz.
 - Indagar sobre las necesidades de los clientes.
 - Determinar el uso que los clientes le dan a las bandejas biodegradables.

5.3. Diseño de la investigación

5.3.1. Encuestas

La primera herramienta que se utilizó para iniciar el estudio de mercado es el de las encuestas, las cuales estuvieron divididas en dos partes:

- Primera parte: Se basa en un estudio general de la utilización de bandejas descartables que los clientes actualmente consumen en la provincia de Piura.
- Segunda Parte: Se basa en la aceptación de nuestro producto por parte del público objetivo.

Se realizaron encuestas personales dirigidas a una muestra de 60 personas de la provincia de Piura, mayores de edad que compren o utilicen bandejas descartables para uso cotidiano; de las cuales hemos obtenido por cada pregunta la información correspondiente a características, frecuencia, consumo, precio, entre otras. Con el fin de analizar la aceptación del producto en el mercado y las características que estas deben poseer.

Para obtener el número de encuestas a realizar se utilizó el muestreo aleatorio simple. Con la siguiente fórmula:

$$n^{\circ} = \frac{Z^2 \times pq}{e^2}$$

Donde:

n° : tamaño de muestra

Z: Nivel de confianza

pq: Varianza de la proporción

e: Error admisible en términos de proporción

Al conocer el tamaño de la población, se tiene que hacer un ajuste al tamaño de la muestra, el cual es “n”, tenemos la siguiente fórmula:

$$N' = \frac{n^{\circ}}{1 + \frac{(n^{\circ} - 1)}{n}}$$

Donde:

N': Número de encuestas a realizar

n° : Tamaño de muestra

n: Tamaño de la población

Datos a utilizar:

Z=1.96 (nivel de confianza 95%)

P=0.5

q=0.5

e=5%

n= 788 948 habitantes (provincia de Piura)

Con las fórmulas mencionadas, se puede obtener la cantidad de encuestas que vamos a realizar, el número de encuestas fue 383.

5.3.2. Focus Group

Se realizó un focus Group con los clientes finales, el día 5 de noviembre de 2019, los cuales realizan compras en bodegas del Mercado Central de Piura y en los principales supermercados de la ciudad.

Este focus Group se realizó con 6 personas, en la casa de la Sra. Rocío Urbina Sisniegas, ubicada en la Urbanización Miraflores Country Club BM 14. La reunión comenzó con la presentación de todos los miembros del equipo del proyecto y de los invitados, luego se les comunicó la dinámica a desarrollar. Con esta herramienta se ha recogido por cada participante información relacionadas con conocimientos de biodegradabilidad, consumo y críticas constructivas para mejorar el producto.

5.4. Resultados

5.4.1. Encuestas

Los resultados obtenidos de las encuestas realizados son los siguientes:

Primera Parte

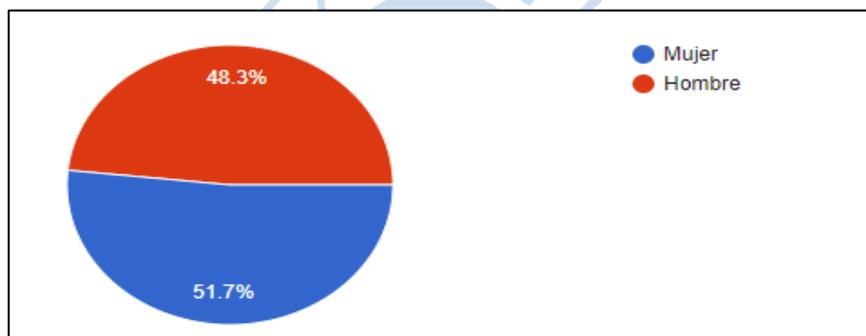


Figura 27. Distribución de encuestado por género.
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 27, de las 60 personas encuestadas, el 51.7% fueron hombres y 48.1% mujeres.

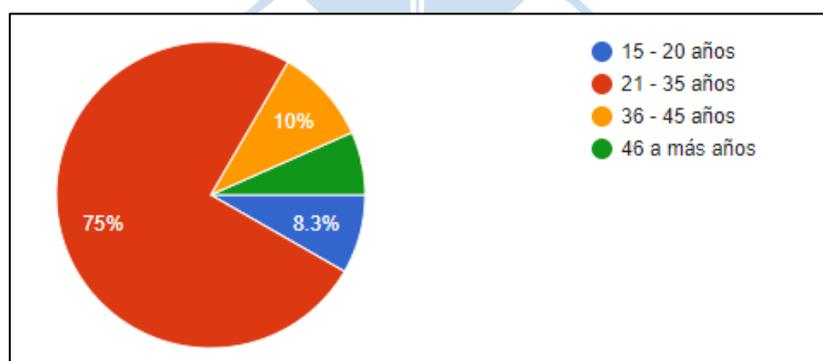


Figura 28. Distribución de encuestados por rango de edad.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 28 se observa la distribución de encuestados por edad, en la que destacan las edades en el rango de 21 a 35 años, con un porcentaje de 75% del total. Otros rangos de edades que sobresalen son entre 36 a 45 años.

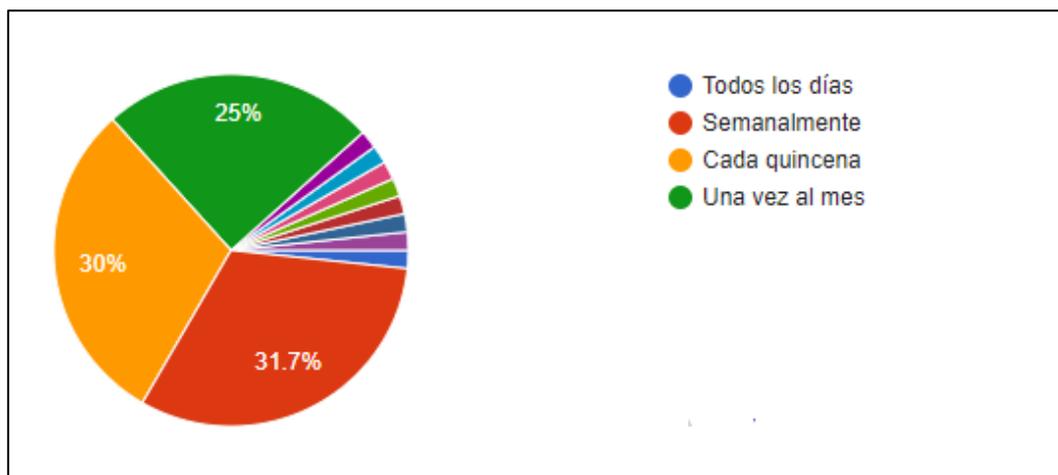


Figura 29. Distribución de encuestados por la frecuencia de uso de bandejas descartables.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 29, observamos que el 31.7% utilizan semanalmente bandejas descartables de Tecnopor o plástico, así como un 30% quincenalmente.

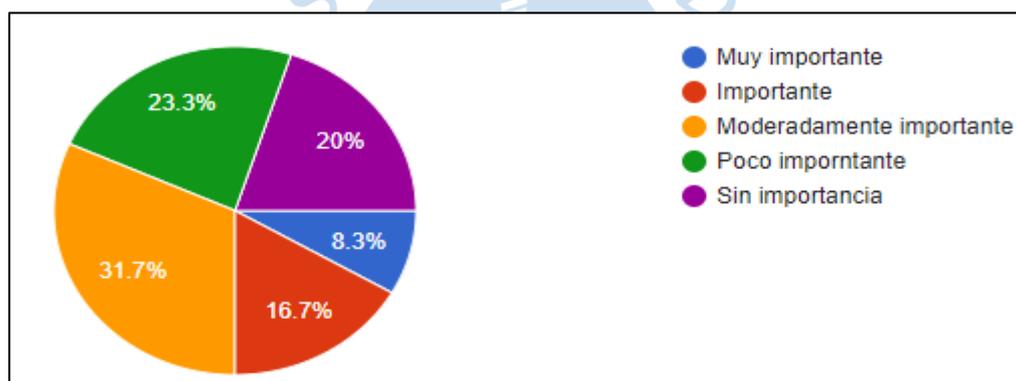


Figura 30. Distribución de encuestados por importancia de uso de descartables.
Fuente: Elaboración propia

Según la Figura 30, un 31.7% del total de encuestados considera el uso de bandejas descartables moderadamente importante y con 23.3% considerándolas poco importante.

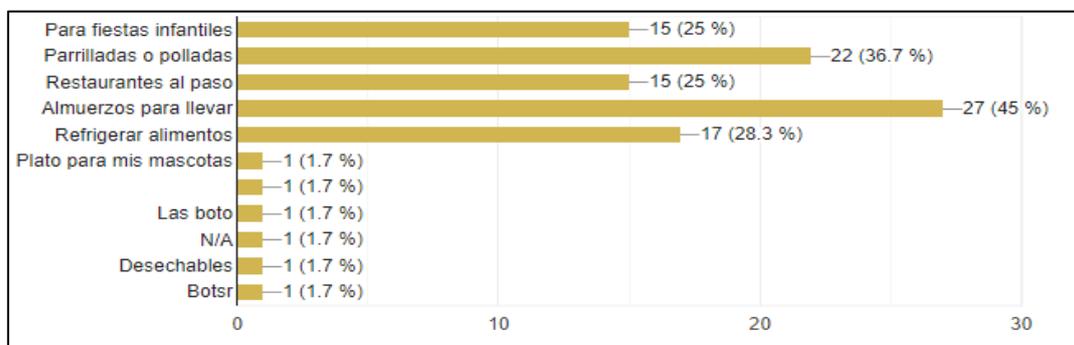


Figura 31. Usos de las bandejas descartables.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 31, se observa que el mayor porcentaje que corresponde a 45% del total de encuestados la utilizan para llevar almuerzos; dejando en segundo lugar a parrilladas o polladas con un 36.7%.

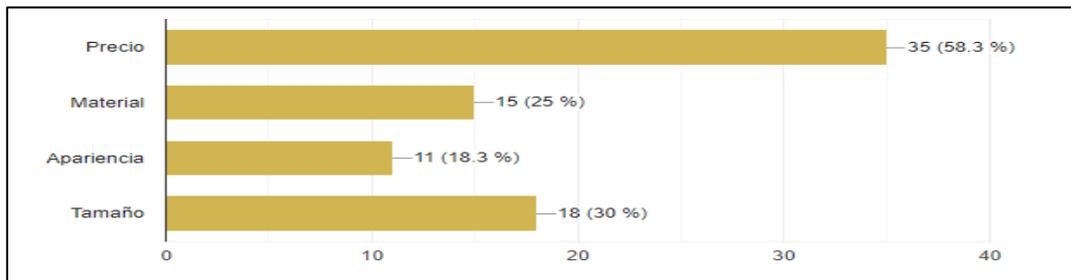


Figura 32. Características que aprecian los clientes.

Fuente: Elaboración propia

Analizando los resultados de la Figura 32, las características que los clientes más valoran para la compra de bandejas es el precio y el tamaño, con porcentajes de 58.3% y 30% respectivamente.

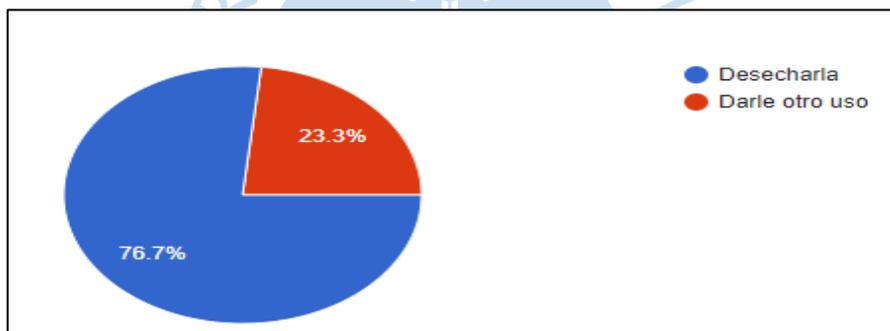


Figura 33. Usos después de utilizarla.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 33, del total de encuestados el 76.7% desechan la bandeja descartable utilizada, dejando un 23.3% para darle otro uso.

Segunda Parte

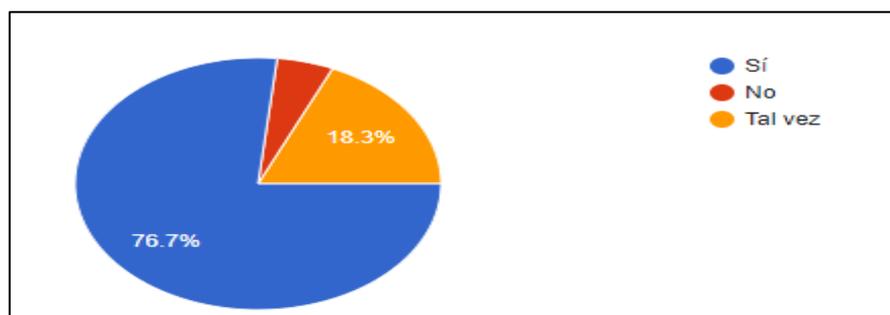


Figura 34. Interesados en reemplazar los platos descartables.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 34, se observa que los encuestados si se encuentran interesado en reemplazar los platos descartables, por las bandejas biodegradables con un porcentaje de 76.7% de toda la muestra.

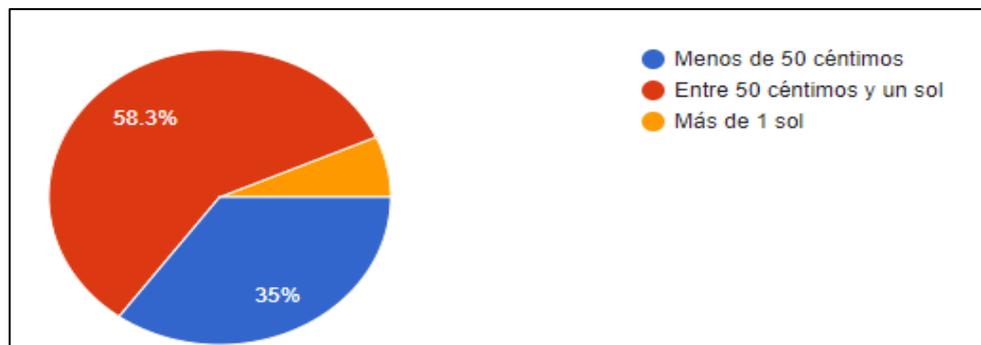


Figura 35. Precio a pagar.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 35, los encuestados están dispuestos a pagar entre 50 céntimos y un sol por cada plato biodegradable, este resultado tiene un porcentaje de 58.3% del total.

5.4.2. Focus Group

En el Focus Group se abordó las siguientes preguntas donde los presentes respondieron de manera abierta y concreta, obteniendo los siguientes resultados:

- ¿Cuánto creen que contaminan las bandejas de Tecnopor que actualmente se utiliza a nuestro medio ambiente? ¿Por qué?
El resultado fue que la mayoría de los participantes asociaron el tema de bandejas de Tecnopor con contaminación, ya que estos están compuestos por ciertos materiales que perjudican su salud. También nos comentaron que ellos están obligados a consumirlos debido a que no existe un producto sustituto y la mayoría de los supermercados no apuestan por estos, ya que tienen altos precios.
- ¿Qué entiende por el término biodegradable?
Todos los participantes del Focus Group conocían el termino de biodegradabilidad, ya que es un tema muy concurrente en la actualidad. Esto nos llevó a hacer un breve comentario acerca del proyecto de bandejas biodegradables, lo que se pretende realizar, la motivación del proyecto y luego se plantearon la siguiente pregunta.
- ¿Estaría dispuesto a comprar y/o utilizar bandejas biodegradables?

Todos lo participante si estaban dispuesto a comprar este producto sustito, y estuvieron muy emocionados y nos brindaron diferentes consejos: que al desechar las bandejas sea al estilo botella San Luis, es decir, se puedan doblar y así disminuir la cantidad de basura. Otra recomendación, es que el plástico que se envuelve las bandejas de embutidos sea también biodegradable.

5.5. Conclusiones de la investigación

- Las personas compran bandejas descartables de material de Tecnopor o plásticos semanalmente, esto quiere decir, que consumen una alta cantidad de este producto con mucha frecuencia; lo que genera desechos y contamina el medio ambiente, además de esto, los consumidores tienen una alta probabilidad que sufran de enfermedades debido a sus factores cancerígenos; es por ello que las bandejas biodegradables lograrían tener una alta acogida por parte del público objetivo y así, reemplazar las que actualmente utilizan.
- Los encuestados consideran que el uso de bandejas descartables es poco importante, es decir puede ser reemplazado por otro producto y no ocasionaría algún cambio.
- Las bandejas descartables generalmente las utilizan para distintas actividades como: parrilladas o pollada, conservar alimentos, fiestas infantiles, entre otros; al incluir este tipo de bandejas a este mercado permitirá tener una mayor competencia.
- Con las encuestadas hemos concluido, que al ingresar las bandejas biodegradables al mercado debemos tener mayor atención al precio, material y tamaño de esta; ya que el cliente las considera como unas de las características más importante al momento de comprarlas.
- De acuerdo con las encuestas se concluye que el 81.3% de los encuestados se encuentran interesados en sustituir las bandejas descartables por las biodegradables a base de almidón de maíz; con lo cual podemos concluir que el negocio si generara expectativas por parte de los clientes.
- Los encuestados están dispuestos a pagar entre 50 céntimos y 1sol por bandeja, este valor nos va a ayudar a tener una idea más clara para la obtención de costos de producción y con ello verificar si nuestro negocio va a ser rentable o no.
- El Focus Group realizado nos permitió obtener una visión más clara de lo que los consumidores prefieren, mostrándole nuestro producto y así poder obtener, críticas constructivas, mejoras que permitan que el producto tenga una mejor aceptación en el mercado.

5.6. Determinación de la demanda potencial

Según el Ministerio de Salud (2019), la población de la provincia de Piura en el año 2019 es, de los cuales 76.1% de los encuestados sí están interesados en reemplazar las bandejas descartables por nuestro producto alternativo. Con lo mencionado anteriormente, se puede concluir que la población a la que nuestro producto puede llegar fácilmente es de 600 389.428 habitantes.

Con la determinación de la demanda potencial de las bandejas biodegradables, se logrará pronosticar el nivel de ventas de nuestro producto al mercado.

Utilizaremos la siguiente fórmula para hallar la demanda potencial:

$$Q = n * p * q$$

Donde:

Q = Demanda potencial

n=número de compradores posibles

p=precio promedio de las bandejas biodegradables.

q=cantidad promedio de utilización de bandejas per cápita.

Con los datos obtenidos de la investigación, se podrá obtener la demanda potencial. Tomaremos en cuenta el número de compradores posibles 600 389.428 habitantes; además de, el precio promedio de las bandejas 0.65 céntimos (precio promedio de una bandeja biodegradable) y la cantidad promedio de utilización de bandejas biodegradables al mes es de 3 platos aproximadamente (dato obtenido de la investigación).

Finalmente, calculamos la demanda potencial:

$$Q = 600389.428 * 0.65 \frac{\text{céntimos}}{\text{bandeja}} * 3 \frac{\text{bandeja}}{\text{persona} - \text{mes}}$$

$$Q = S/.1170759.385/\text{mes}$$



Capítulo 6

Diseño del proceso

En este capítulo se detallará las operaciones indispensables para la elaboración del producto, se determinará la localización y el óptimo diseño de la disposición de la planta de producción. Se incluirán los manuales de procedimientos y de organización y funciones.

6.1. Insumos

Tabla 11. Materia prima e insumos para utilizar

Materiales	Imagen	Descripción
Grano de maíz amarillo duro		Insumo del proceso
Glicerina líquida		Insumo del proceso
Vinagre		Con un contenido del 3% de ácido acético
Agua destilada		Insumo del proceso
Arroz Blanco		Insumo para preparar la goma de arroz

Materiales	Imagen	Descripción
Agua del grifo		Insumo utilizado en la etapa de maceración del grano de maíz amarillo duro. Insumo para preparar la goma de arroz.
Azúcar rubia		Insumo para preparar la goma de arroz

Fuente: Elaboración propia

6.2. Proceso de Elaboración

6.2.1. Tecnología

La maquinaria utilizada para todo el proceso productivo será detallada a continuación, separando el proceso de obtención del almidón y el proceso de fabricación de las bandejas biodegradables con ese almidón producido.

6.2.1.1. Maquinaria utilizada en el proceso para la obtención de fécula de maíz

- Maquina limpiadora de granos de maíz: En esta máquina se realiza la limpieza del maíz descargado en la recepción, separa de forma eficaz fragmentos de paja, cordones de sacos, papel, astillas o mazorcas de productos de grano fino y grueso.

Características físicas:

- Capacidad: 200-300 kg/h
- Marca: Sanyuantang
- Energía (W): 180 W
- Dimensión (L*W*H): 1.1*0.9*1.0 m



Figura 36. Máquina de limpieza de granos de maíz.

Fuente: Tomado y adaptado de Alibaba⁵³

⁵³ Recuperado de :<https://spanish.alibaba.com/product-detail/Small-Grain-Cleaning-Machine-Wheat-Rice-60718466525.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.137.32b34b42tFkvBj>

- Maquina secadora del almidón de maíz: Esta máquina tiene participación en el proceso de obtención del almidón del maíz, en la última operación, “Secado I”.

Características físicas:

- Capacidad: 500 kg/hora
- Marca: Sanyuantang
- Energía (W): 24 KW
- Dimensión (D*H): 1*2,88m



Figura 37. Máquina de secado.
Fuente: Tomado y adaptado de Alibaba⁵⁴

- Trituradora.: Esta máquina tiene participación en el proceso de obtención del almidón del maíz, en la quinta operación, “Trituración I”, en esta máquina se tritura el maíz con agua para lograr la separación del germen del resto de maíz.

Características físicas:

- Capacidad: 180 kg/h
- Energía (W): 2.2 KW
- Dimensión (L*W*H): 0,405*0,3*0,5 m



Figura 38. Máquina trituradora de maíz.
Fuente: Tomado y adaptado de Alibaba⁵⁵

⁵⁴ Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Grain-Drying-Machine-Rice-Dryer-Machine-60020781595.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.111.49887bcdqkp0E2>

⁵⁵ Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/DONGYA-Homeuse-mini-cereal-crusher-grain-60762961771.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.330.38e811ebvzLO0W>

- Macerador: En este depósito se lleva a cabo la maceración del maíz. Su tiempo sería de aproximadamente 48 a 56 horas según el contenido de las variedades de maíz, la calidad y la humedad. Este proceso es parte del método húmedo para obtener maíz en donde se utiliza la maceración para facilitar la próxima separación del almidón del resto de elementos.

Características físicas:

- Capacidad: 500 L
- Energía (W): 5 KW
- Dimensión (L*W*H): 1,26*1,26*2,7 m



Figura 39. Máquina maceradora.
Fuente: Tomado y adaptado de Alibaba⁵⁶

- Trituradora - Esta máquina es igual a la usada en “Trituración I” y tiene participación en el proceso de obtención del almidón del maíz, en la quinta operación, “Trituración II”, en esta máquina se tritura nuevamente el maíz para lograr la eliminación de las partículas más grandes.
- Tamizador vibrante. Esta máquina tiene participación en el proceso de obtención del almidón del maíz, en la séptima operación, “Tamizado”. Aquí se tamiza el producto en tambores rotatorios para eliminar la fibra grande del producto.

Características físicas:

- Capacidad: 100 kg/h
- Energía (W): 500 W
- Dimensión (L*W*H): 1,08*1,08*0,925 m

⁵⁶ Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/p-detail/50BBL-micro-cervecer%C3%ADa-casa-m%C3%A1quina-de-hacer-cerveza-con-funci%C3%B3n-de-paso-de-maceraci%C3%B3n-300009031341.html?spm=a2700.7724838.2017115.138.3f4c25560IKH82>



Figura 40. Máquina tamizadora vibrante
Fuente: Tomado y adaptado de Alibaba⁵⁷

- Centrifugadora. Esta máquina tiene participación en el proceso de obtención del almidón del maíz, en la octava operación, “Centrifugación” en donde el almidón y la proteína restantes se separan por medio de grandes centrífugas continuas.

Características físicas:

- Capacidad: 25 kg
- Energía (W): 1.1 KW
- Dimensión (L*W*H): 0,98*0,9*0,59 m



Figura 41. Máquina centrifugadora
Fuente: Tomado y adaptado de
Alibaba⁵⁸

- Secador flash. Esta máquina tiene participación en la novena operación “Secado II” en donde el almidón y la proteína restantes se separan por medio de grandes centrífugas continuas.

Características físicas:

- Capacidad: 400 kg/h
- Energía (W): 7 kW
- Dimensión (L*W*H): 2,4*2,4*20 m

⁵⁷ Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/China-factory-supplier-circular-xxnx-grain-62228657563.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.39.30582aefcrBZG1&s=p>

⁵⁸ Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Dewatering-industrial-hydro-laundry-centrifuge-for-60769063549.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.251.790774acPC3npxp>



Figura 42. Máquina secador flash
Fuente: Tomado y adaptado de
Alibaba⁵⁹

6.2.1.2. Maquinaria usada para la obtención de bandejas biodegradables

- Máquina mezcladora: Con ayuda de una faja transportadora, el almidón de maíz será llevado hacia la máquina mezcladora (Figura 43), donde se mezclará con sus insumos secundarios: agua destilada, glicerina y vinagre. El objetivo de esta máquina es obtener una mezcla homogénea para la formación de las bandejas biodegradables.

Características físicas:

- Capacidad: 50 L
- Energía (W): 1.5 KW
- Dimensión (L*W*H): 0.85*0.8*1.20 m



Figura 43. Máquina mezcladora térmica.
Fuente: Tomado y adaptado de Mercado
Libre⁶⁰

- Máquina extrusora de lámina de polímero: Después del mezclado, se obtiene una masa gelatinosa que debe laminarse y esto se obtiene con una máquina extrusora la cual extruye la masa para luego pasar esta lámina al prensado.

⁵⁹ Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/corn-starch-powder-flash-dryer-60700113397.html?spm=a2700.7724838.2017115.65.67ae1b62ivkpfD>

⁶⁰ Recuperado de: https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-809914714-amasadora-termica-dalessio-JM#position=14&type=item&tracking_id=9f7903da-8299-4835-991f-6257e40e7b49

Características físicas:

- Capacidad: 30 kg / hora
- Energía (W): 50 KW
- Dimensión (L*W*H): 19*3*3,2 m



Figura 44. Máquina extrusora
Fuente: Tomado y adaptado de Alibaba⁶¹

- Máquina prensadora. A la salida de la mezcladora la masa se pondrá en moldes los cuales llegarán a la máquina prensadora (Ver Figura 45). La masa del molde será comprimida entre la superficie de la máquina de prensado y el pistón superior, de esa manera se obtendrá la forma deseada según el molde.

Características físicas:

- Capacidad: 8.20 bandejas / min
- Marca: Sanyuantang
- Energía (W): 12 KW
- Dimensión (L*W*H): 2,75*1,41*2,15 m

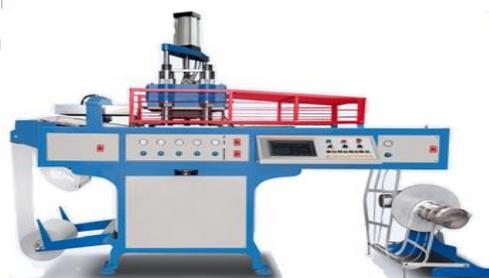


Figura 45. Máquina prensadora.
Fuente: Tomado y adaptado de Alibaba⁶²

6.3. Parámetros de Calidad

Los atributos de calidad de las bandejas biodegradables, como la apariencia, el color, el olor, el tamaño, etc., impulsan la decisión de los consumidores de comprar el producto. Los

⁶¹Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/New-Design-Plastic-PE-Foam-Sheet-60832230198.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.286.4d705f9861a67e>

⁶² Recuperado de: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/disposable-plastic-tray-making-machine-60446349634.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.143.40b243fbS8xxdr>

parámetros son instrumentos de medición que permiten evaluar diferentes aspectos de calidad para asegurar la satisfacción del cliente.

Para la fabricación de las bandejas biodegradables se considerarán los siguientes parámetros de calidad, que han sido escogidos como idóneos luego de una extensa investigación y experimentación:

- Resistencia al cambio de temperaturas: Soporta temperaturas de hasta 85°C, por encima de esta temperatura la bandeja se empezará a derretir.
- Resistencia a la tracción: DIN - EN 1608 (kPa) 120 - 215
- El olor casi imperceptible
- Aspecto: El color variará entre el blanco y un amarillo tenue.
- Bandeja con medidas de: 15cm de largo y 12 cm ancho (± 1 cm).
- Un paquete contendrá 10 unidades de bandejas y una caja contendrá 100 unidades de bandejas, con el fin de evitar contaminación por humedad.
- El nombre y logo de la marca debe estar correctamente impreso en la media de cada paquete de 10 bandejas y caja de 100 unidades.

6.4. Localización de Planta

Se utilizará el método de factores ponderados para realizar un análisis cuantitativo de los criterios de localización para la posible alternativa de ubicación de la planta.

Los pasos por seguir de este método son los siguientes (Corrillo Machicado & Gutiérrez Quiroga, 2016):

- Paso 1: Desarrollar una lista de factores relevantes
- Paso 2: Asignar un peso a cada factor para reflejar su importancia relativa en los objetivos del proyecto
- Paso 3: Desarrollar una escala para cada factor (por ejemplo, 1-10 o 1-100 puntos).
- Paso 4: Calificar cada localidad para cada factor, utilizando la escala del paso 3.
- Paso 5: Multiplicar cada calificación por los pesos de cada factor, y totalizar la calificación para cada localidad.
- Paso 6: Hacer una recomendación basada en la máxima calificación en puntaje, considerando los resultados de sistemas cuantitativos también.

La ecuación es la siguiente:

$$S_j = \sum_{i=1}^m \bar{W}_i * F_{ij}$$

S_j = Puntuación global de cada alternativa j.

\bar{W}_i = Peso ponderado de cada factor i.

F_{ij} = Puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i.

6.4.1. Alternativas de localización.

Se identificaron 2 opciones para la localización de la planta: Zona rural de Chapairá y Carretera Piura – Sullana.

Tabla 12. Alternativas de localización.

Ubicación	Provincia	Área
Av. Grau cuadra 20, Castilla	Piura	7,432 m ²
Carretera Piura – Sullana 20 Km	Piura	6,000 m ²

Fuente: Elaboración propia

6.4.2. Macro localización

Se identificó los factores más relevantes para este ámbito, los cuales son:

- Disponibilidad de la materia prima.
- Facilidad de acceso.
- Demanda del producto final.

En base a los criterios mencionados en el Paso 3, se evaluarán las alternativas, se distinguirá con un grado de importancia cada una de las alternativas en una escala del 1 al 10, siendo 10 el óptimo.

Tabla 13. Método de factores ponderados para macro localización.

Factores	Peso %	Alternativas			
		Av. Grau cuadra 20 (Castilla)		Carretera Piura- Sullana 20 km	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Disponibilidad de la materia prima	30%	7	2.1	5	1.5
Facilidad de acceso	15%	6	0.9	6	0.9
Demanda del producto final	55%	8	4.4	7	3.85
Total	100%		7.4		6.25

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar el análisis de los factores, se llega a la conclusión que la mejor opción en el aspecto macro sería alquilar el local comercial ubicado en la Av. Grau de Castilla.

6.4.3. Micro localización

Se identificó los factores más relevantes para este ámbito, los cuales son:

- Cercanía a proveedores.
- Cercanía a clientes.
- Facilidad de acceso.
- Costo del terreno.
- Costo de transporte del personal.
- Mano de obra.
- Costo de transporte de materia prima.

En base a los criterios mencionados en el Paso 3, se evaluarán las alternativas, se distinguirá con un grado de importancia cada una de las alternativas en una escala del 1 al 10, siendo 10 el óptimo.

Tabla 14. Método de factores ponderados para micro localización.

Factores	Peso %	Alternativas			
		Av. Grau cuadra 20, Castilla		Carretera Piura- Sullana 20 km	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Cercanía a proveedores.	23 %	7	1.61	5	1.15
Cercanía a clientes.	23 %	7	1.61	7	1.61
Facilidad de acceso.	8 %	7	0.56	6	0.48
Costo del terreno/alquiler	13 %	9	1.17	8	1.04
Costo de transporte del personal.	6 %	8	0.48	5	0.3
Mano de obra	14 %	7	0.98	7	0.98
Costo de transporte de materia prima	13 %	7	0.91	4	0.52
Total	100 %		7.32		6.08

Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizar la evaluación tanto para la macro como la micro localización, resulta que la opción de alquilar un local en la Av. Grau cuadra 20, Castilla, Piura es la más favorable y la que menos costos generará.

Las características del lugar escogido son:

- El área superficial del local es de más de 7000 m².
- Alquiler mensual de S/.6000 (seis mil nuevos soles).
- La propiedad cuenta con un una caseta de vigilancia y un edificio semi-construido para oficinas y almacén, asimismo en su interior está construido un baño completo.

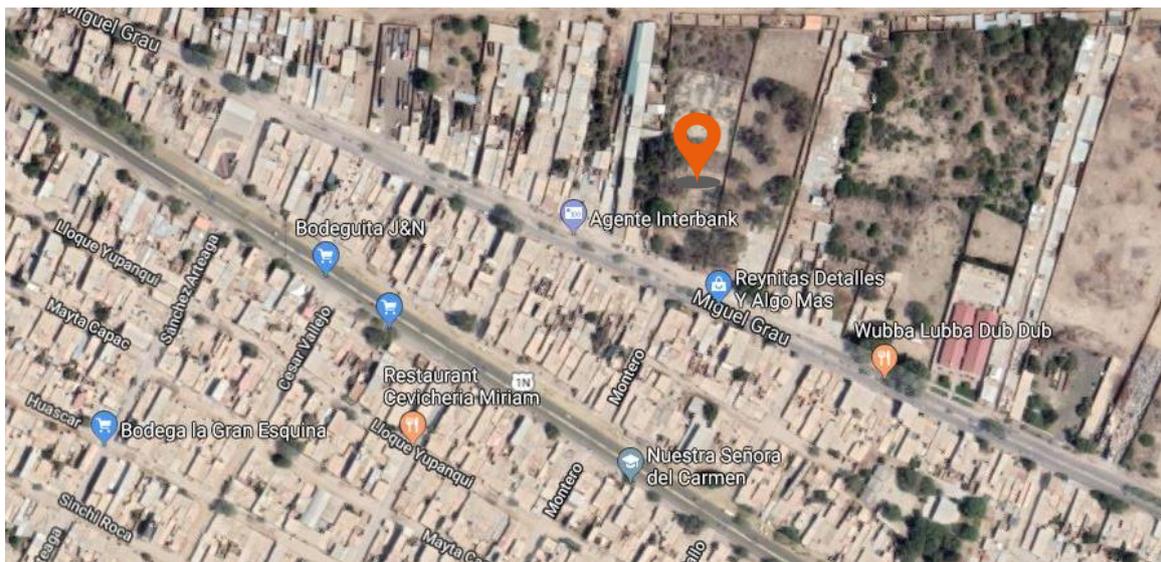


Figura 46. Ubicación geográfica del local comercial a alquilar.

Fuente: Tomado y adaptado de Google Maps⁶³

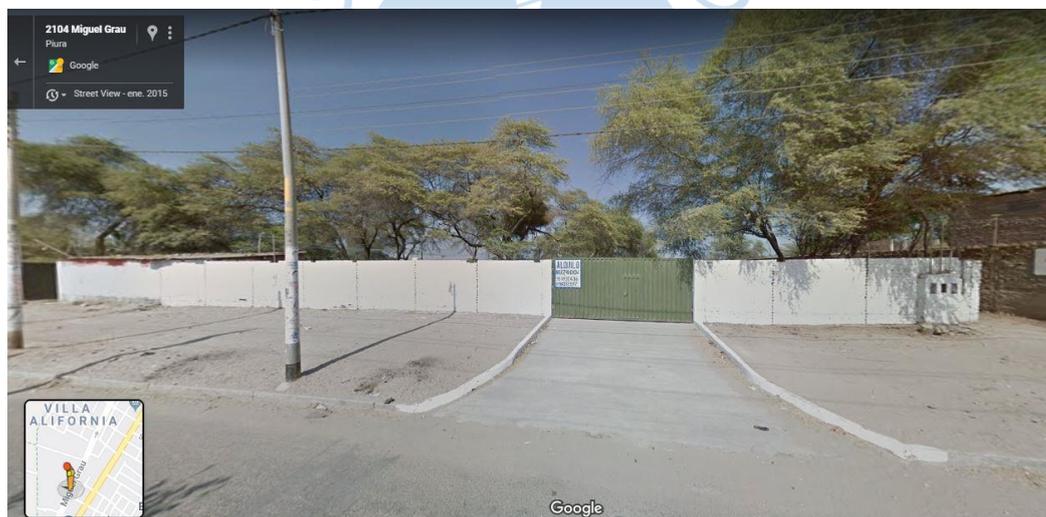


Figura 47. Parte frontal del local comercial.

Fuente: Tomado y adaptado de Google Maps⁶⁴

6.5. Disposición de la Planta

Identificar el orden óptimo de las áreas de trabajo y del equipo de la empresa logrará incrementar la productividad, reducir los costos de fabricación y sobre todo disminuir considerablemente los retrasos y tiempos ociosos que afectan a la productividad de la empresa.

Para poder ubicar y distribuir las áreas de trabajo en la planta es indispensable primero identificar cuáles son. En este caso, en la Tabla 15, están enlistadas todas las áreas que la planta de fabricación tendrá para su buen funcionamiento.

⁶³ Recuperado de: <https://www.google.com/maps/@-5.2223863,-80.6296422,853a,35y,270h/data=!3m1!1e3>

⁶⁴ Recuperado de: <https://www.google.com/maps/@-5.2221278,-80.6294204,3a,75y,321.06h,84.9t/data=!3m6!1e1!3m4!1s-2uA2VCemCM9u6U9gCo8QA!2e0!7i13312!8i6656>

Tabla 15. Áreas de trabajo identificadas que deberán estar ubicadas dentro de la planta.

Áreas	Características
Entradas/salidas	Materiales (en camiones) Productos terminados Personal
Departamentos de Producción	Limpieza Secado I Trituración I Maceración Trituración II Tamizado Centrifugación Secado II Mezclado Extrusión Prensado y moldeado Etiquetado Almacén de insumos Almacén de productos terminados
Departamentos administrativos	Gerencia general Área de Marketing y Ventas Área de Producción (calidad y mantenimiento) Área administrativa
Extras	Baños Estacionamiento Comedor Caseta de vigilancia

Fuente: Elaboración propia.

6.5.1. Tabla de interrelaciones.

Se trata de una matriz diagonal en la que se especifican todas las actividades del proceso.

La metodología para el siguiente diagrama es el siguiente:

- Enlistar todos los departamentos para la distribución.
- Determinar criterios de importancia de cercanía y la razón de estos valores de relaciones.

Tabla 16. Leyenda para la Tabla de relaciones.

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	No deseable

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Razones para las relaciones.

N°	Razones
1	Pueden hacerse juntas
2	Actividades consecutivas
3	Necesidad frecuente
4	Acceso común
5	Control administrativo
6	Ruido
7	Necesidad de repuestos.

Fuente: Elaboración propia



Tabla 18. Tabla relacional de recorridos y/o actividades

Áreas de la Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Entrada de materiales	U	U	O	E	A3	U	U	U	E5	O	U	O	U	A
2. Carga de PT		U	I	E	U	A2	E	A5	E	U	X	X	X	A5
3. Entrada de personal			U	E	U	U	U	U	U	U	X	O	X	I5
4. Producción				U	A3	A3	E	E	A5	E5	I	E	I	X
5. Almacén de insumos					U	X	A	E	A5	E	X	U	U	I
6. Almacén de productos terminados						U	A	A	A	E5	X	U	U	I
7. Gerencia general							U	A3	A3	A3	E	I	U	U
8. Área de Marketing y Ventas								U	A3	A3	E	U	U	I
9. Área de Producción									U	A3	E	U	U	I
10. Área administrativa										U	E	O	U	O5
11. Baños											U	X	A	I
12. Estacionamiento												U	X	A3
13. Comedor													U	O
14. Caseta de vigilancia														I4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Estaciones dentro del Área de Producción

Área de Producción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Limpieza	U	A2	E	U	U	U	U	U	U	U	U	U
2. Secado I		U	A2	E	U	U	U	U	U	U	U	U
3. Trituración I			U	A2	E	U	U	U	U	U	U	U
4. Maceración				U	A2	E	U	U	U	U	U	U
5. Trituración II					U	A2	E	U	U	U	U	U
6. Tamizado						U	A2	E	U	U	U	U
7. Centrifugación							U	A2	E	U	U	U
8. Secado II								U	A2	E	U	U
9. Mezclado									U	A2	E	U
10. Extrusión										U	A2	E
11. Prensado y moldeado											U	A2
12. Etiquetado												I4

Fuente: Elaboración propia

6.5.2. Diagrama relacional de actividades

La información obtenida de la tabla de relaciones entre áreas y la tabla de relaciones de las estaciones del área de producción se mostrarán en los siguientes gráficos. Estas figuras presentan cada área o estación, representadas por círculos, unidas por medio de rectas. Estas líneas representan la intensidad de la relación (A, E, I, O, U, X) entre las actividades unidas por medio del código de proximidades.

Tabla 20. Código de proximidades.

Código	Proximidad	Color	Nº líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Ordinario	Azul	1 recta
U	Sin importancia		
X	No deseable	Plomo	1 zigzag

Fuente: Elaboración propia

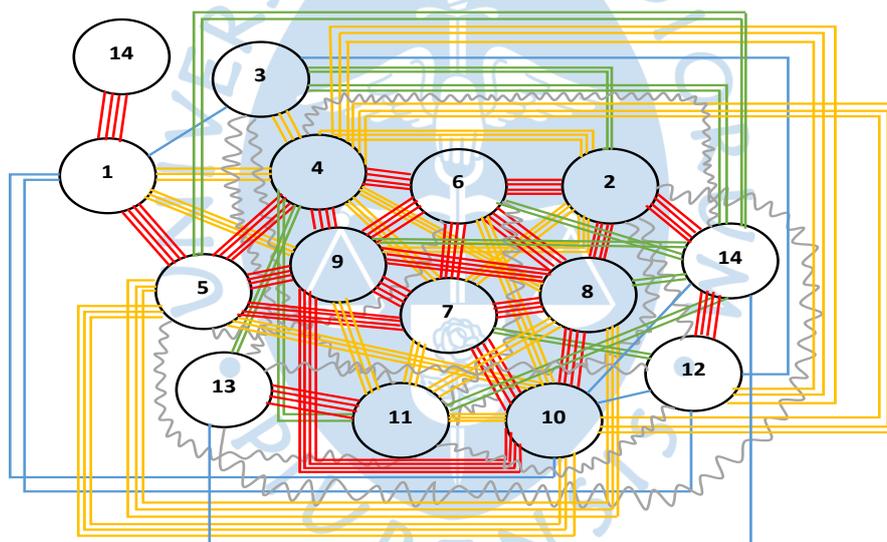


Figura 48. Propuesta 1 de distribución de las áreas de planta

Fuente: Elaboración propia.

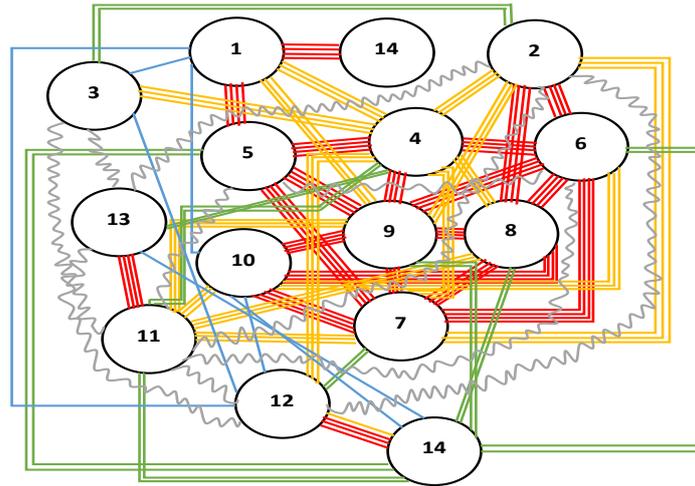


Figura 49. Propuesta 2 de distribución de las áreas de planta.
Fuente: Elaboración propia

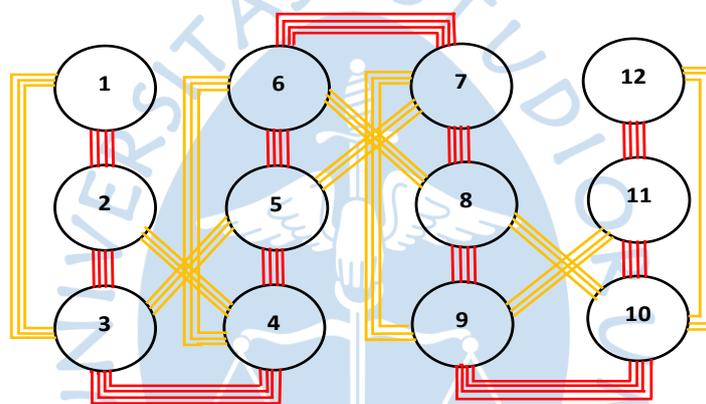


Figura 50. Propuesta 1 de distribución de las estaciones dentro del área de producción.
Fuente: Elaboración propia

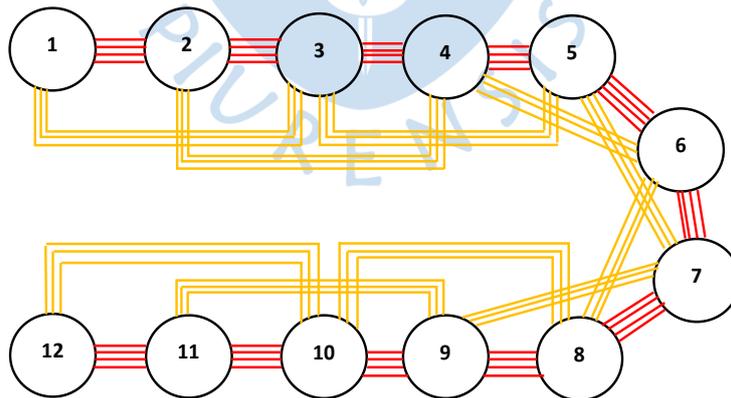


Figura 51. Propuesta 2 de distribución de las estaciones dentro del área de producción.
Fuente: Elaboración propia.

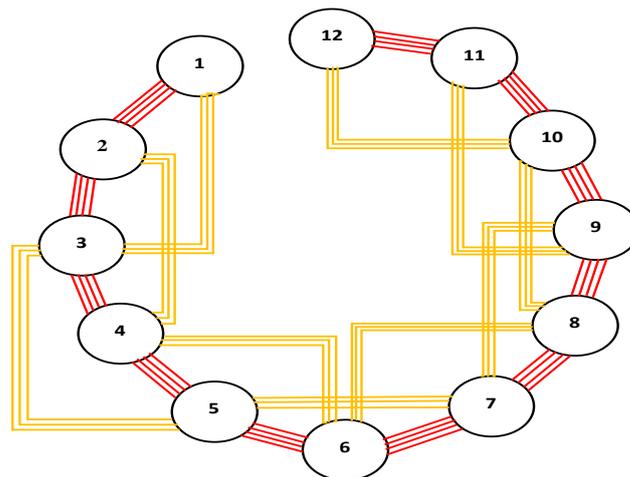


Figura 52. Propuesta 3 de distribución de las estaciones dentro del área de producción.
Fuente: Elaboración propia

6.5.3. Cálculo área requerida

Tras haber construido el diagrama de flujo del material, la tabla de relación de actividades y el diagrama de relación de actividades, se está en la postura de evaluar el espacio requerido para la distribución de planta. Para este cálculo se utilizará el método Guerchet, el cual, según Valencia Napán (2019), es un procedimiento que permite calcular los espacios físicos que se requerirán para establecer una planta.

Es necesario primero identificar el total de maquinaria y equipos llamados elementos estáticos o fijos (EF) y también el número de operarios y el equipo de acarreo, llamados elementos móviles (EM) (Valencia Napán, 2019).

El cálculo de la superficie total de un taller se da mediante la siguiente sumatoria:

$$S_T = S_S + S_G + S_E$$

Donde:

- Superficie total (S_T): Es la suma total de la superficie que se requerirá.
- Superficie estática (S_S): Es la superficie o área ocupada por máquinas, muebles y equipos. Se calcula de la siguiente manera:

$$S_S = \text{Largo} \times \text{ancho}$$

- Superficie de gravitación (S_G): Es la superficie reservada junto a cada máquina, mueble o equipo para los trabajadores que la operan. Se calcula de la siguiente manera:

$$S_G = S_S \times N$$

N = número de lados de la máquina, mueble o equipo por los que es accesible.

- Superficie de evolución (S_E): Es la superficie necesaria entre las distintas estaciones de trabajo para el desplazamiento del personal.

$$S_E = (S_S + S_G) * K$$

En donde: $K = \frac{h_1}{2 \times h_2}$, es un coeficiente único para toda la planta, que está dado por la razón entre la altura media de los hombres u objetos desplazados sobre el doble de la cota media de máquinas y muebles. (Muñoz Cabanillas, 2002)

h_1 = altura promedio ponderada de los elementos móviles.

h_2 = altura promedio ponderada de los elementos estáticos.

En este caso el h_2 y el K tendrán los siguientes valores:

$$h_2 = \frac{106.135 \text{ m}}{48} = 2.21$$

$$K = \frac{1.65}{2 \times 2.21} = 0.373$$

▪ Producción

Para el departamento de Producción se ha considerado como elementos fijos, aquellas máquinas o equipos que se utilizarán en cada estación de trabajo. Con respecto a los elementos móviles, se optó por considerar solo a aquellos trabajadores que tendrán una permanencia considerable durante la jornada laboral.

Tabla 21. Área total de producción para elementos fijos

Elementos fijos	Largo	Ancho	Altura	n	N	S_S (m ²)	S_G	S_E	ST
Máquina limpiadora de granos de maíz	1.1	0.9	1.0	1	3	0.99	2.97	1.48	5.44
Máquina secadora del almidón de maíz (radio=largo)	1.0	-	2.88	1	2	3.14	6.28	3.51	12.93
Trituradora	0.4	0.3	0.5	2	2	0.12	0.24	0.13	0.98
Macerador	1.260	1.260	2.7	1	2	1.59	3.18	1.78	6.55
Tamizador vibrante	1.080	1.080	0.925	1	2	1.17	2.34	1.31	4.82
Centrifugadora	0.98	0.9	0.59	1	3	0.88	2.64	1.31	4.83
Secador Flash	2.4	2.4	20	1	3	5.76	17.28	8.60	31.64
Máquina mezcladora	0.85	0.8	1.20	1	2	0.68	1.36	0.76	2.8
Máquina extrusora de lámina de polímero	19	3	3.2	1	3	57	171	85.07	313.07
Máquina prensadora	2.75	1.41	2.15	1	2	3.88	7.76	4.34	15.98

Elementos fijos	Largo	Ancho	Altura	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST
Área mínima requerida (m²)									399.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Área total de producción para elementos móviles.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	S _s x n	S _s x n x h
Operarios	X	X	1.65	4	X	0.5	X	X	X	2	3.3

Fuente: Elaboración propia

▪ Almacén de insumos

Para la superficie considerada para el almacén de insumos, se decidió contabilizar, a parte de los estantes, una pequeña oficina abierta en dónde el supervisor de almacén realizará sus labores. Está pequeña oficina se deberá encontrar, a su vez, cerca del almacén de productos terminados, ya que el supervisor tendrá bajo su responsabilidad ambas áreas.

Asimismo, en se ha considerado a un operario dentro de esta área de trabajo, que cumplirá las tareas encomendadas por el supervisor de almacén.

Tabla 23. Área total de almacén de insumos para elementos fijos.

Elementos fijos	Largo	Ancho	Altura	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST
Estante	1.8	2.8	10	2	1	5.04	5.04	3.76	27.68
Escritorio	0.465	1.2	0.755	1	2	0.558	1.116	0.62	2.294
Silla giratoria	0.48	0.40	0.85	1	1	0.192	0.192	0.14	0.524
Área mínima requerida (m²)									30.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Área total de almacén de insumos para elementos móviles.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	S _s x n	S _s x n x h
Supervisor de almacén	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825
Operarios	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825
Área mínima requerida (m²)									1.0	1.65	

Fuente: Elaboración propia

▪ Almacén de productos terminados

En esta área, como en el área de almacén de insumo, se decidió disponer a un operario para realizar labores delegadas por el supervisor de almacén.

Tabla 25. Área total de almacén de productos terminados para elementos fijos.

Elementos fijos	Largo	Ancho	Altura	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST
Estante	1.8	2.8	10	2	1	5.04	5.04	3.76	27.68
Área mínima requerida (m²)									27.68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Área total de almacén de productos terminados para elementos móviles.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	SS (m ²)	SG	SE	ST	SS x n	SS x n x h
Supervisor de almacén	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825
Operarios	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825
Área mínima requerida (m²)									1.0	1.65	

Fuente: Elaboración propia

▪ Entrada de materiales

Para el caso de estas dos áreas se consideró no contabilizar elementos fijos, puesto que cuando se analizó la situación, solo se logró identificar dos elementos: los camiones, los cuales llegarían con los insumos o se irían con la mercancía, y a los operarios. Los dos elementos antes mencionados son considerados móviles, ya que solo se encontrarán por intervalos de tiempo durante la jornada laboral.

Tabla 27. Área total de la entrada de los materiales para elementos móviles.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	S _s x n	S _s x n x h
Operarios	X	X	1.65	3	X	0.5	X	X	X	1.5	2.48
Camión	2.5	2	2.1	1	1	5	X	X	X	5	10.5
Área mínima requerida (m²)									6.5	12.98	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Área total de la carga de productos terminados para elementos móviles.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	S _s x n	S _s x n x h
Operarios	X	X	1.65	3	X	0.5	X	X	X	1.5	2.48
Camión	2.5	2	2.1	1	1	5	X	X	X	5	10.5
Área mínima requerida (m²)									6.5	12.98	

Fuente: Elaboración propia

▪ Oficinas

Con respecto a la superficie requerida para las oficinas, se identificaron como elementos fijos el siguiente mobiliario: laptops, escritorios, sillas giratorias, sillas y estantes o archivadores. Cabe mencionar que el área de cada despacho dependerá de la cantidad de personas que laboren dentro de dicho departamento, así como los elementos

fijos utilizados por ellos. Asimismo, para los elementos móviles, se ha tenido en cuenta a los trabajadores que estarán realizando sus labores dentro cada área.

Tabla 29. Área total para la oficina de gerencia para elementos fijos

Elementos fijos	Largo	Ancho	Altura	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST
Escritorio	0.465	1.2	0.755	1	2	0.558	1.116	0.62	2.294
Silla giratoria	0.48	0.40	0.85	1	1	0.192	0.192	0.14	0.524
Silla	0.53	0.54	0.74	1	1	0.286	0.286	0.21	0.782
Estante	0.29	0.715	1.82	1	1	0.207	0.207	0.15	0.564
Área mínima requerida (m²)									4.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Área total para la oficina de gerencia para elementos móviles.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	S _s x n	S _s x n x h
Gerente general	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Área total para la oficina de marketing y ventas para elementos fijos.

Elementos fijos	Largo	Ancho	Altura	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST
Escritorio	0.465	1.2	0.755	1	2	0.558	1.116	0.62	2.294
Silla giratoria	0.48	0.40	0.85	1	1	0.192	0.192	0.14	0.524
Estante	0.29	0.715	1.82	1	1	0.207	0.207	0.15	0.564
Área mínima requerida (m²)									3.382

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Área total para la oficina de marketing y ventas para elementos móviles.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	S _s x n	S _s x n x h
Jefe del área	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Área total para la oficina de producción para elementos fijos.

Elementos fijos	Largo	Ancho	Altura	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST
Escritorio	0.465	1.2	0.755	2	2	0.558	1.116	0.62	4.588
Silla giratoria	0.48	0.40	0.85	2	1	0.192	0.192	0.14	1.048
Estante	0.29	0.715	1.82	1	1	0.207	0.207	0.15	0.564
Área mínima requerida (m²)									6.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Área total para la oficina de producción para elementos fijos.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	S _s x n	S _s x n x h
Jefe del área	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825
Supervisor de calidad	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825

Auxiliar de mantenimiento	X	X	1.65	2	X	0.5	X	X	X	1.0	1.65
Área mínima requerida (m²)										2.0	3.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Área total para la oficina de administración para elementos fijos.

Elementos fijos	Largo	Ancho	Altura	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	
Escritorio	0.465	1.2	0.755	3	2	0.558	1.116	0.62	6.882	
Silla giratoria	0.48	0.40	0.85	3	1	0.192	0.192	0.14	1.572	
Estante	0.29	0.715	1.82	1	1	0.207	0.207	0.15	0.564	
Área mínima requerida (m²)										9.018

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Área total para la oficina de administración para elementos móviles.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	S _s x n	S _s x n x h
Jefe de administración	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825
Jefe de logística	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825
Asistente contable	X	X	1.65	1	X	0.5	X	X	X	0.5	0.825
Área mínima requerida (m²)										1.5	2.48

Fuente: Elaboración propia

▪ Comedor

Para el área del comedor, los elementos fijos considerados son una mesa plegable la cual cuenta con un espacio para doce personas y sus respectivas sillas. Asimismo, se ha considerado a los 12 operarios que trabajarán en la fábrica como elementos móviles.

Tabla 37. Área total para el comedor para elementos fijos.

Elementos fijos	Largo	Ancho	Altura	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	
Mesa plegable	2.44	0.61	0.75	1	4	1.488	1.116	0.97	3.574	
Silla	0.53	0.54	0.74	12	1	0.2862	0.192	0.18	7.898	
Área mínima requerida (m²)										11.47

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Área total para el comedor para elementos móviles.

Elementos móviles	Largo	Ancho	Altura (h)	n	N	S _s (m ²)	S _G	S _E	ST	S _s x n	S _s x n x h
Operario	X	X	1.65	12	X	0.5	X	X	X	6	9.9
Área mínima requerida (m²)										6	9.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Superficie requerida por cada área de la planta.

Áreas	Superficie requerida en m ²
Producción	399.04
Almacén de insumos	30.50

Áreas	Superficie requerida en m ²
Almacén de productos terminados	27.68
Oficina de Gerencia	4.16
Oficina de Marketing y Ventas	3.38
Oficina de Producción	6.20
Oficina de Administración	9.02
Comedor	11.47
Área total requerida⁶⁵	491.45

Fuente: Elaboración propia

6.5.4. Diagrama de bloques

Teniendo en cuenta las medidas calculadas en el apartado anterior, para cada área y también el local ya escogido con anterioridad, se plantearán las siguientes dos alternativas para la distribución de planta mediante el diagrama de bloques.

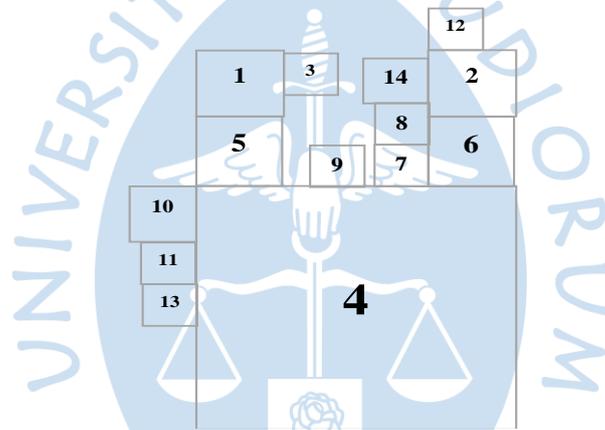


Figura 53. Primera alternativa del diagrama de bloques.

Fuente: Elaboración propia

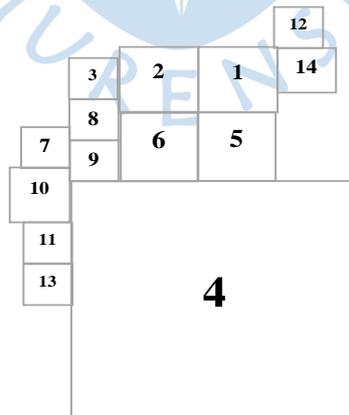


Figura 54. Segunda alternativa del diagrama de bloques.

Fuente: Elaboración propia

⁶⁵ En este caso se ha decidido solo contabilizar los elementos fijos que estarán dentro de la planta. Asimismo, se ha optado por no contabilizar el baño ni la caseta de vigilancia, ya que el local escogido y mencionado en los apartados anteriores, ya cuenta con espacios establecidos, no modificables.

Las dos alternativas de diagrama de bloques propuestas serán sometidas a una evaluación multicriterio para determinar cuál de las dos opciones cumple, en un mayor grado, los criterios mencionados en la Tabla 40. De esta manera se podrá obtener la mejor opción de la distribución de la planta.

Tabla 40. Evaluación multicriterio.

Criterios	Peso %	Alternativas			
		Alternativa 1		Alternativa 2	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Menor recorrido	40%	6	2.4	7	2.8
Ergonomía	30%	7	2.1	8	2.4
Mejor ajuste a la tabla de relaciones	30%	6	1.8	5	1.5
Total	100%		6.3		6.7

Fuente: Elaboración propia

El resultado de esta evaluación de 3 criterios indica que la mejor opción para optar como distribución de planta es la alternativa 2.

6.5.5. Plano de la alternativa escogida

Para la elaboración del plano de la alternativa escogida, se contó con el apoyo de la Arq. Yovera Ortega, Jael Daniela y el Ing. Civil Garcia Guevara, Luis Enrique, ambos trabajadores de la empresa Consorcio Talara. Obtuvimos así un *feedback* para una mejor distribución de la planta, considerando la alternativa hallada con anterioridad.

Cabe mencionar que los baños y la garita de vigilancia son áreas ya construidas en el local por lo cual se tuvo que diseñar el plano a base de estos elementos. El diseño presentado cumple en su mayoría con lo desarrollado en la tabla y diagrama de relaciones, así como su similitud con la mejor propuesta identificado en el diagrama de bloques.

Este plano fue puesto a revisión por ambos profesionales, obteniendo la aprobación unánime en su buen desarrollo y se podrá observar en el Plano 1.

6.6. Manual de Organización de Funciones (MOF)

A continuación, se describen detalladamente las funciones de cada proceso necesario para la producción de bandejas biodegradables a partir de almidón de maíz, el cual servirá de guía para el personal de la empresa Biotrays.

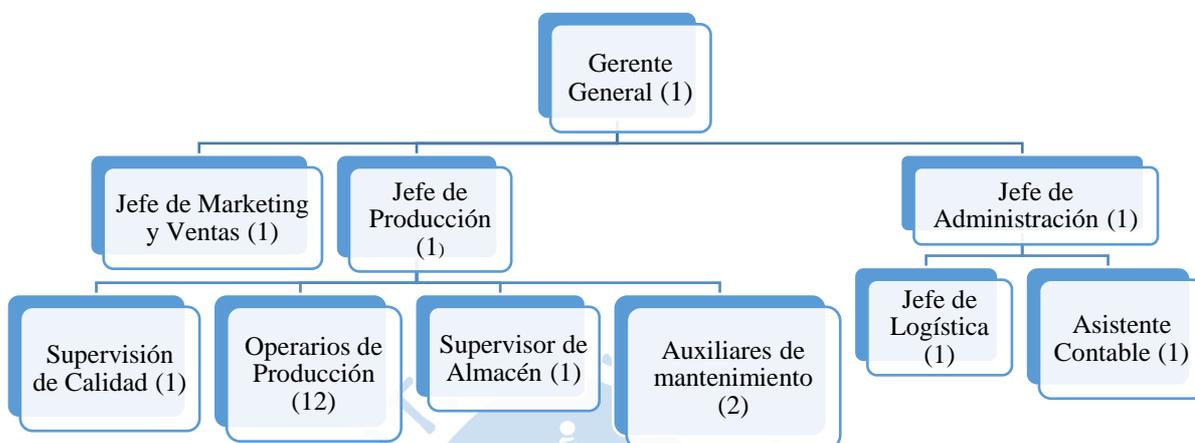


Figura 55. Organigrama de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41. Descripción del puesto de trabajo del Gerente General

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Gerente General
Dependencia:	Autoridad sobre: Área de Administración, Jefe de Producción y Jefe de Marketing y Ventas.
Número de Cargos:	Uno
Cargo del Jefe Inmediato:	Directorio
Solicita reportes y reporta a:	Directorio, Jefe de Producción, Jefe de Producción, Jefe de Administración.
Resumen del cargo:	Planificar, definir, organizar, dirigir, controlar, coordinar, analizar y calcular el trabajo de los departamentos que proveen uno o varios servicios administrativos de la empresa.
Funciones específicas	<p>Dirigir la empresa: manejo financiero, provisión de recursos y administración del personal según las normas institucionales. Supervisar todas las áreas de la empresa.</p> <p>Planificar los objetivos generales y específicos de la empresa a corto y largo plazo.</p> <p>Evaluar las actividades realizadas comparándolas con las planificadas identificando diferencias o desviaciones.</p> <p>Representar a la empresa como persona jurídica y autorizar los actos y contratos en que la organización tenga que intervenir.</p> <p>Analizar los problemas financieros, administrativos, contables y de recursos humanos para hallar la mejor solución de los mismos.</p> <p>Establecer sistemas de seguridad para proteger las instalaciones, equipos, vehículos, sistemas de información y recursos humanos de acuerdo a las normas de la empresa.</p> <p>Vigilar y controlar el presupuesto asegurando el uso adecuado de recursos de acuerdo con los parámetros establecidos.</p>
Perfil del cargo:	Formación Básica: Título profesional en Ingeniería Industrial o Administración de Empresas.

Identificación del Cargo	
	Formación Complementaria: Maestría en Gerencia y Dirección de empresas.
	Experiencia laboral: Mínimo 3 años en jefaturas operacionales o administrativas.
	Aptitudes y habilidades: Liderazgo, integridad, trabajo en equipo, proactividad, negociación y resolución de problemas.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁶⁶ & de FAMGAR SAS⁶⁷.

Tabla 42. Descripción del puesto de trabajo del Jefe de Producción

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Jefe de Producción
Dependencia:	Autoridad sobre: Supervisor de Almacén, Operarios de Producción, Supervisor de Calidad y Asistentes de mantenimiento. Depende de: Gerente General
Número de Cargos:	Uno
Cargo del Jefe Inmediato:	Gerente General
Solicita reportes y reporta a:	Gerente General, Jefe de Marketing y Ventas, Asistente Contable, Jefe de Administración, jefe de RR.HH.
Resumen del cargo:	Responsable del correcto funcionamiento, organización y coordinación del área de producción de la empresa para cumplir con sus objetivos en el tiempo y con la calidad adecuada.
Funciones específicas	Realizar el Plan Agregado de Producción (PAP), el Plan Maestro de Producción (PMP) y la Planificación de Recursos Materiales (MRP). Dirige, coordina y evalúa el rendimiento del proceso productivo de la planta: fabricación de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz. Contribuye a la mejora continua de los procesos productivos de la empresa con sugerencias acertadas al gerente general. Supervisar las líneas de producción, ajustes y mejoras puntuales que siguen los procedimientos determinados por el supervisor de calidad, y de igual manera los procesos y paradas de mantenimiento de las máquinas. Emite informes de producción e inventario mensual al gerente general. Supervisa los servicios de mantenimiento y reparación. Gestiona y supervisa a las personas bajo su cargo asegurándose de que cumplan sus funciones adecuadamente. Coordinar recursos junto con las áreas de administración y marketing y ventas a través de una comunicación eficaz y eficiente para cumplir los objetivos de la empresa.
Perfil del cargo:	Formación Básica: Título profesional en Ingeniería Industrial o carreras afines. Formación Complementaria: Cursos de especialización en gestión de producción y/o almacén. Experiencia laboral: Mínimo 2 años en almacenes de plantas industriales. Aptitudes y habilidades: Flexibilidad, organización, comunicación asertiva, resolución de problemas.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁶⁸ & de IMF Business School⁶⁹

⁶⁶ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁶⁷ Recuperado de: <https://es.calameo.com/read/001640595bb351d96fe61>

⁶⁸ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁶⁹ Recuperado de: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/logistica/funciones-jefe-de-produccion/>

Tabla 43. Descripción del puesto de trabajo del Supervisor de Calidad

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Supervisor de Calidad
Dependencia:	Depende de: Jefe de Producción
Número de Cargos:	Uno
Cargo del Jefe Inmediato:	Jefe de Producción
Solicita reportes y reporta a:	Gerente General, Jefe de Producción.
Resumen del cargo:	Responsable de asegurar la calidad óptima del producto a través de la programación, dirección, ejecución monitoreo y evaluación de procesos de mejoramiento de la calidad.
Funciones específicas	Garantizar el cumplimiento de las metas programadas para el sistema de calidad e inocuidad.
	Dirige la realización de pruebas de calidad que certifican la biodegradabilidad del producto.
	Establece los puntos críticos del control del producto. Los registra y los controla.
	Definir protocolos de análisis de calidad del producto, así como el rango de aceptación y rechazo de la recepción de materia prima y rango de variación de las especificaciones técnicas del producto terminado.
	Supervisar el cumplimiento de los manuales de procedimientos (MAPROS) de los procesos productivos de la empresa a través de buenas prácticas de manufactura.
	Establecer de manera formal los requisitos de calidad que los proveedores de materia prima e insumos deben cumplir.
	Rechaza bandejas biodegradables defectuosas que no cumplan con todos los parámetros de calidad establecidos. Otras que le sean asignadas por el jefe de producción.
Perfil del cargo:	Formación Básica: Bachiller / Licenciatura en Ingeniería Industrial o carreras afines.
	Formación Complementaria: Diplomado o cursos de Sistemas de Gestión: ISO 9000, ISO 14000, ISO 17000.
	Experiencia laboral: Mínimo 1 año en el área. Experiencia en equipos de laboratorio y en la industria del plástico biodegradable.
	Aptitudes y habilidades: Excelente redacción de informes y reportes, habilidad numérica y analítica, facilidad de comunicación oral y escrita, toma de decisiones.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁷⁰ & de ACADEMIA.⁷¹

Tabla 44. Descripción del puesto de trabajo de los Operarios de Producción

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Operario de Producción
Dependencia:	Depende de: Jefe de Producción
Número de Cargos:	Doce
Cargo del Jefe Inmediato:	Jefe de Producción
Solicita reportes y reporta a:	Jefe de Producción.

⁷⁰ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁷¹ Recuperado de: https://www.academia.edu/15011830/Ejemplo_de_MOF

Identificación del Cargo	
Resumen del cargo:	Responsable de realizar todas las actividades específicas que implica la fabricación de bandejas biodegradables a base de fécula de maíz.
Funciones específicas	Realizar las mediciones exactas de las cantidades de materia prima (almidón de maíz) e insumos a utilizar para cada lote de bandejas producidas.
	Encender, operar y apagar los equipos y maquinaria que implica el procedimiento del proceso productivo.
	Verificar que la temperatura de las máquinas (estufa) sea la adecuada según las especificaciones técnicas establecidas.
	Contribuir en la organización del abastecimiento de materia prima y en la distribución de las bandejas hacia el almacén de productos terminados.
	Coordinar a través de una comunicación eficiente, las actividades a realizar junto con el jefe de producción, asistentes de mantenimiento y supervisor de calidad.
	Emitir sugerencias al jefe de producción para optimizar procesos de trabajo dentro la planta. Brindar alternativas de solución para la resolución de problemas productivos.
	Informar a los asistentes de mantenimiento las necesidades de mantenimiento preventivo y reactivo para la maquinaria de la empresa.
Perfil del cargo:	Formación Básica: Educación Secundaria Completa
	Formación Complementaria: Carreras Técnicas afines.
	Experiencia laboral: Mínimo 6 meses en puestos similares.
	Aptitudes y habilidades: Proactividad, eficiencia, eficacia, trabajo en equipo, responsabilidad, trabajo bajo presión.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver,⁷² de FAMGAR SAS⁷³ & de SEDAPAR SA.⁷⁴
Elaboración Propia

Tabla 45. Descripción del puesto de trabajo del Supervisor de Almacén

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Supervisor de Almacén
Dependencia:	Depende de: Jefe de Producción
Número de Cargos:	Uno
Cargo del Jefe Inmediato:	Jefe de Producción
Solicita reportes y reporta a:	Gerente General, Jefe de Producción.
Resumen del cargo:	Responsable del correcto funcionamiento de todas las actividades que se desarrollan en el almacén de materia prima y de producto terminado a través de la optimización del espacio.
Funciones específicas	Dirigir y registrar las operaciones de entrada de materiales e insumos estableciendo procedimientos de la recepción y expedición de las bandejas biodegradables.
	Dirigir y registrar las operaciones de salida de la mercancía: verificando el cumplimiento de las órdenes de pedidos y carga en los vehículos de transporte.
	Controlar el mantenimiento del almacén para evitar errores y agilizar la recepción de materia prima y preparación de pedidos.
	Definir los procedimientos de control de inventario de materia prima e insumos y supervisa su cumplimiento, controla los stocks para evitar roturas y decide su ubicación en el almacén a través de la aplicación de Sistemas de Gestión de Almacenes (SGA).

⁷² Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁷³ Recuperado de: <https://es.calameo.com/read/001640595bb351d96fe61>

⁷⁴ Recuperado de: <https://www.sedapar.com.pe/wp-content/uploads/2016/12/MOF-Personal-Operario.pdf>

Identificación del Cargo	
	Planificar y decidir sobre los recursos requeridos para la producción ya sean materiales e insumos o humanos.
	Preparar documentos que validen la correcta gestión del almacén: notas de entrada y salida, guías de remisión.
Perfil del cargo:	Formación Básica: Título profesional en Ingeniería Industrial o Administración de Empresas.
	Formación Complementaria: Diplomados de Gestión de almacén.
	Experiencia laboral: Mínimo 2 años en puestos similares.
	Aptitudes y habilidades: Organización, flexibilidad, creatividad, trabajo en equipo y bajo presión.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁷⁵ & de Logística 360 The Supply Chain Magazine.⁷⁶

Tabla 46. Descripción del puesto de trabajo de los Auxiliares de Mantenimiento

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Auxiliares de mantenimiento
Dependencia:	Depende de: Jefe de Producción
Número de Cargos:	Dos
Cargo del Jefe Inmediato:	Jefe de Producción
Solicita reportes y reporta a:	Gerente General, Jefe de Producción.
Resumen del cargo:	Ejecutar las actividades de mantenimiento y reparaciones de la maquinaria, materiales e insumos en las instalaciones de la fábrica para garantizar un adecuado funcionamiento y conservaciones de los bienes de la empresa.
Funciones específicas	Desarrollar notas de pedido de materiales y repuestos y reportarlas al jefe de Producción.
	Realiza el mantenimiento preventivo a las máquinas y equipos fundamentales para el proceso productivo.
	Coordina y ejecuta los trabajos de instalación de repuestos de las máquinas.
	Realiza el mantenimiento correctivo de la maquinaria de la planta ante algún cambio en los volúmenes de producción para reducir los tiempos muertos de fabricación.
	Verificar que cambios en la maquinaria permitan mejoras en la calidad de las bandejas biodegradables.
Perfil del cargo:	Formación Básica: Carrera técnica superior en Mantenimiento Industrial.
	Formación Complementaria: Cursos de Gestión mantenimiento en planta productiva.
	Experiencia laboral: Mínimo 5 años en cargos similares.
	Aptitudes y habilidades: Resolución de problemas, organización, comunicación asertiva, eficacia, eficiencia.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁷⁷ & de Universidad Santo Tomás Colombia⁷⁸.

⁷⁵ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁷⁶ Recuperado de: <http://logistica360.pe/el-jefe-de-almacen-y-sus-funciones/>

⁷⁷ Recuperado

de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁷⁸ Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1352/2015-GongoraOrtiz%2CLucas-AnexoE.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Tabla 47. Descripción del puesto de trabajo del Jefe de Administración

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Jefe de Administración
Dependencia:	Autoridad sobre: Jefe de Logística y Asistente Contable. Depende de: Gerente General
Número de Cargos:	Uno
Cargo del Jefe Inmediato:	Gerente General
Solicita reportes y reporta a:	Gerente General, Jefe de Marketing y Ventas, Asistente Contable, Jefe de Administración
Resumen del cargo:	Coordinar, supervisar y controlar la ejecución de los procedimientos administrativos y contables que rigen el funcionamiento interno de la organización.
Funciones específicas	Realizar y controlar el inventario de los activos fijos de la organización.
	Supervisar y verificar el pago a instituciones oficiales y servicios básicos. Controlar las obligaciones bancarias de la empresa.
	Custodiar los documentos legales y financieros de la empresa.
	Velar por la eficiencia de las actividades del personal de logística y del departamento de compras.
	Verificar que las facturas coinciden con las órdenes de compra de recursos de la empresa.
	Realizar seguimiento y control a los montos de dinero correspondientes a cada contrato.
	Administrar el personal de la empresa gestionando adecuadamente los procesos de selección, control y retiro de empleados.
	Tomar decisiones sobre capacitación y ubicación del personal adecuado para cada cargo.
	Liderar programas de salud ocupacional.
	Dirigir afiliaciones a AFP, CCF, EPS, ARP, liquidaciones de nómina y seguridad social.
	Coordina, junto con el jefe de Administración, las necesidades de personal para la elaboración del presupuesto y el Plan anual de dirección.
	Velar por que la base de datos del personal de la empresa se mantenga actualizada.
	Supervisa las actividades relativas al Plan de Retiro, Pensiones y Jubilaciones.
Perfil del cargo:	Enviar al jefe de Administración los movimientos de personal a tiempo dentro de la planta: ingresos, egresos, promociones, traslados, transferencias.
	Formación Complementaria: Diplomado/Maestría en calidad total, Presupuestos, gestión de personal, finanzas.
	Experiencia laboral: Mínimo 3 años en el área.
	Aptitudes y habilidades: Excelente redacción de informes y reportes, habilidad numérica y analítica, facilidad de comunicación oral y escrita, toma de decisiones.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁷⁹ & de FAMGAR SAS⁸⁰

Tabla 48. Descripción del puesto de trabajo del Jefe de Logística

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Jefe de Logística
Dependencia:	Depende de: Jefe de Administración
Número de Cargos:	Uno

⁷⁹ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODE GRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁸⁰ Recuperado de: <https://es.calameo.com/read/001640595bb351d96fe61>

Cargo del Jefe Inmediato:	Jefe de Producción
Solicita reportes y reporta a:	Gerente General, Jefe de Administración.
Resumen del cargo:	Responsable del aprovisionamiento de recursos humanos, materia prima, materiales, insumos, equipos y máquinas indispensables tanto para cada área de la empresa.
Funciones específicas	Definir y organizar la política de aprovisionamiento y distribución de la empresa.
	Planificar, organizar y realizar un cronograma de necesidad de materia prima según volumen de producción.
	Coordinar con el supervisor de almacén: entradas, nivel de reposición, preparación de pedidos y distribución de la empresa.
	Controlar y registrar las actividades de recepción, almacenamiento, consolidación y despachos.
	Preparar documentos pertinentes para una adecuada gestión del almacén.
	Supervisar inventarios para evitar sobrecostos o rotura de stock.
	Negociar con los proveedores los términos y condiciones del proceso de compras.
Perfil del cargo:	Formación Básica: Título Profesional en Ingeniería Industrial, Administración de Empresas o carreras afines.
	Formación Complementaria: Cursos de extensión sobre gestión de recursos.
	Experiencia laboral: Mínimo 2 años en puestos similares.
	Aptitudes y habilidades: Negociación, trabajo en equipo y bajo presión, control del estrés y organización.

Fuente: Tomado y adaptado de Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁸¹ & de OBS Business School⁸²

Tabla 49. Descripción del puesto de trabajo del Asistente contable

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Asistente Contable
Dependencia:	Depende de: Jefe de Administración
Número de Cargos:	Uno
Cargo del Jefe Inmediato:	Jefe de Producción
Solicita reportes y reporta a:	Gerente General, Jefe de Administración.
Resumen del cargo:	Responsable de registrar, tratar y suministrar la información contable de la empresa para las operaciones de planificación, evaluación y control.
Funciones específicas	Registrar de forma oportuna y confiable todas las transacciones económicas y financieras de la empresa en base a dispositivos legales vigentes, normas de contabilidad.
	Cumplir y hacer cumplir el Plan Contable General Empresarial.
	Elaborar balances, estados de ganancias o pérdidas e informes cada mes, trimestre y año para que sean revisados por el Directorio a través de la revisión y aprobación del jefe de Administración.
	Analizar y dar conformidad a los documentos que sustentan las obligaciones de pago o desembolso de fondos dirigiéndolo al jefe de Administración.
	Efectuar la liquidación de impuestos, contribuciones y retenciones.
	Realizar seguimiento ordenado de los montos y vencimientos de las cuentas por pagar y cuentas por cobrar de la empresa.
Perfil del cargo:	Formación Básica: Título profesional en Contabilidad.

⁸¹ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁸²Recuperado de: <https://www.obs-edu.com/int/blog-investigacion/operaciones/campos-de-accion-y-funciones-de-un-jefe-de-logistica>

	Formación Complementaria: Cursos de Auditoría
	Experiencia laboral: Mínimo 2 años en puestos similares.
	Aptitudes y habilidades: Honestidad, capacidad de análisis cuantitativo y cualitativo, organización y trabajo bajo presión.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁸³ & de Inocencio Meléndez Julio.⁸⁴

Tabla 50. Descripción del puesto de trabajo del Jefe de Marketing y Ventas

Identificación del Cargo	
Nombre del Cargo:	Jefe de Marketing y Ventas
Dependencia:	Depende de: Gerente General
Número de Cargos:	Uno
Cargo del Jefe Inmediato:	Gerente General
Solicita reportes y reporta a:	Gerente General, Jefe de Producción, Jefe de Administración.
Resumen del cargo:	Mantener la competitividad de la empresa en el mercado mediante una efectiva estrategia comercial de marketing orientada al crecimiento y expansión de la organización.
Funciones específicas	<p>Definir un plan estratégico de Marketing que coincida con los objetivos de la empresa.</p> <p>Analiza el sector de telecomunicaciones incluyendo proveedores, clientes, productos sustitutos y competencia actual y futura de la empresa.</p> <p>Registra a los clientes incluyendo razón social, RUC, dirección y volúmenes de compra para una mayor interacción con los interesados.</p> <p>Analizar cualitativa y cuantitativamente el mercado o público objetivo para determinar la demanda de telecomunicaciones.</p> <p>Formular e implantar políticas organizacionales que promuevan el estudio de mercado, promoción y publicidad de las bandejas biodegradables a base de fécula de maíz.</p> <p>Establecer y mantener una tarifa de comercialización dinámica y flexible que responda a los cambios financieros o comerciales que se susciten.</p> <p>Promocionar la marca Biotrays a través de la integración de estrategias entre proveedores y consumidores finales de las bandejas biodegradables.</p>
Perfil del cargo:	<p>Formación Básica: Título profesional en Marketing o Administración de Empresas o carreras afines.</p> <p>Formación Complementaria: Diplomado en marketing y/o ventas.</p> <p>Experiencia laboral: Mínimo 1 año en puestos similares.</p> <p>Aptitudes y habilidades: Innovación, creatividad, empatía, negociación, comunicación asertiva y proactividad.</p>

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁸⁵ & de Empresa Didáctica⁸⁶

⁸³ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁸⁴ Recuperado de: <https://www.monografias.com/trabajos95/fundamentos-de-contabilidad-financiera/fundamentos-de-contabilidad-financiera.shtml>

⁸⁵ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁸⁶ Recuperado de: <http://empresadidacticaitep.blogspot.com/2012/09/manual-de-funciones-jefe-mercadeo.html?m=1>

6.7. Manual de Procedimientos (MAPRO)

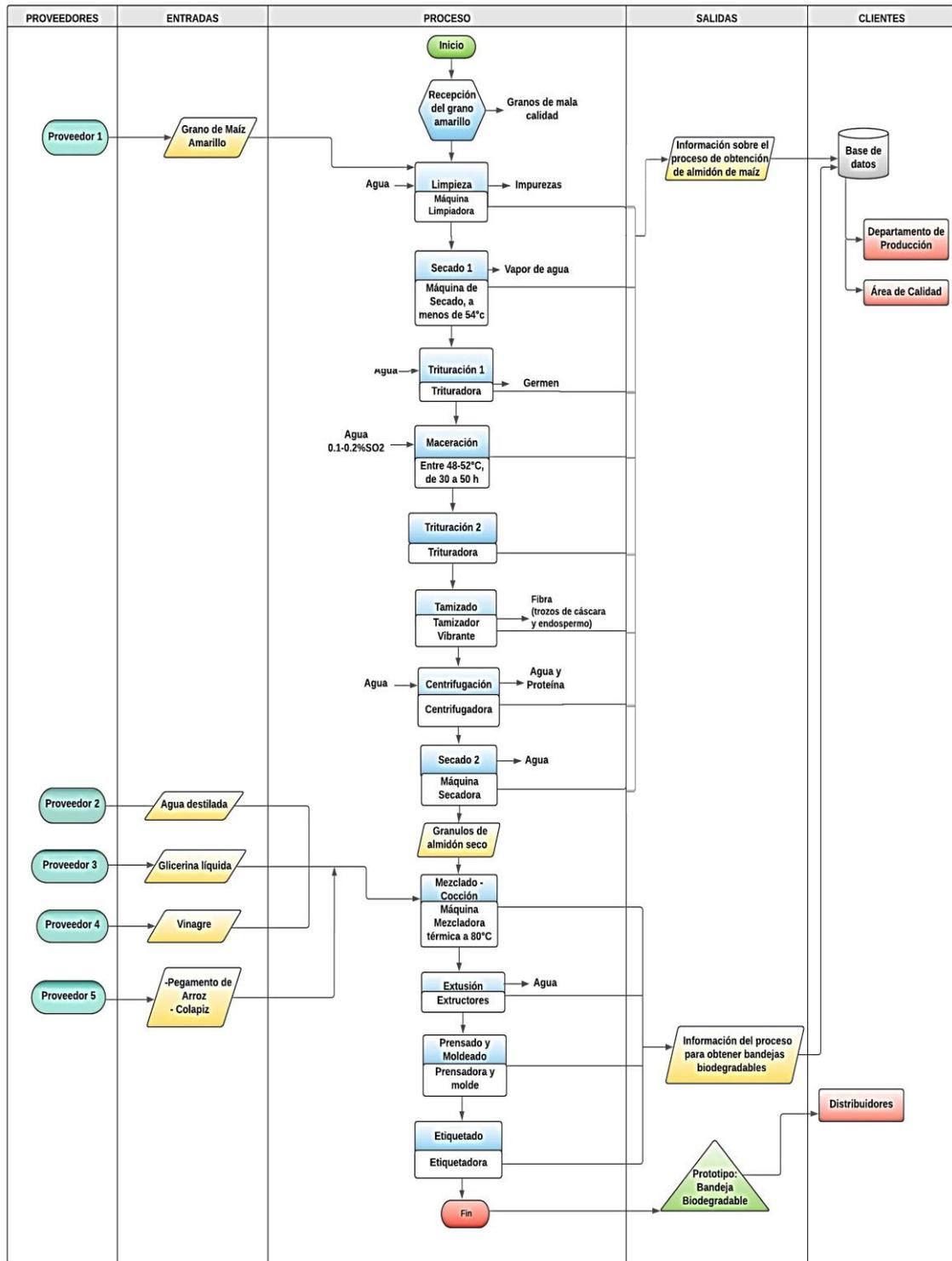


Figura 56. Manual de Procedimientos.

Fuente: Elaboración propia

a. Recepción de la materia prima

Objetivo: Recepcionar y almacenar los granos de maíz amarillo (materia prima) de los proveedores y comprobar su calidad.

Narrativa:

1. Se reciben los camiones que trasladan los granos de maíz amarillo.
2. Se realiza un muestreo del producto recibido.
3. Se evalúa la calidad de la materia prima
4. ¿Cumple los estándares?
5. Si cumple con ellos, se recepciona y se almacena el producto.
6. Si no cumple, se devuelve al proveedor.

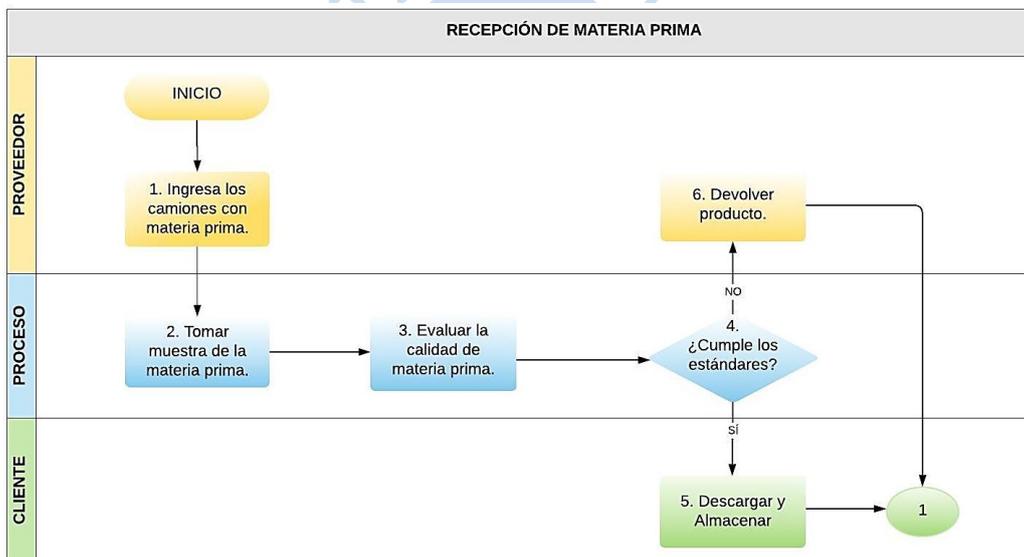


Figura 57. Diagrama de flujo - Recepción de materia prima.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁸⁷

b. Limpieza

Objetivo: Eliminar los restos mazorca, impurezas y polvo presente en el grano de maíz.

Narrativa:

1. Se recepciona del grano de maíz amarillo almacenado.
2. Se ingresa el grano de maíz amarillo a la máquina limpiadora.
3. Se realiza la separación de impurezas y polvo ingresando agua a la máquina.
4. Se coloca el grano húmedo en cubetas.

⁸⁷ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

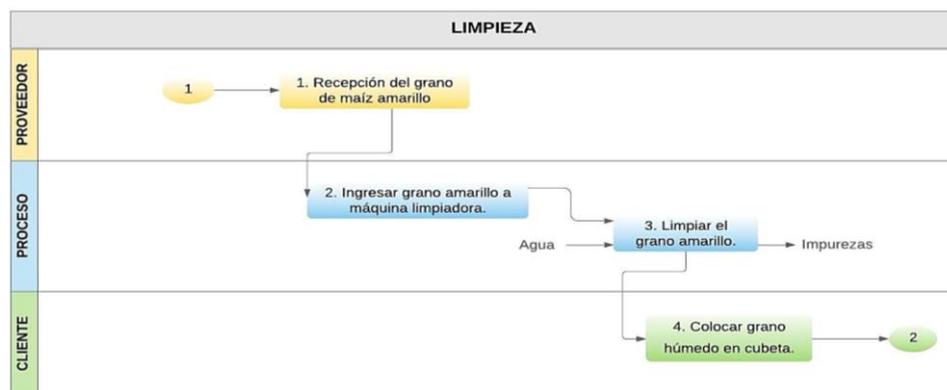


Figura 58. Diagrama de flujo - Limpieza.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁸⁸

c. Secado 1

Objetivo: Eliminar la humedad de los granos de maíz para poder realizar correctamente los siguientes procesos.

Narrativa:

1. Recepciona los granos de maíz húmeda.
2. Los granos de maíz húmedos se ponen en la máquina de secado.
3. Secar los granos de maíz a una temperatura menor a 54°C.
4. ¿Los granos están secos?
5. Si no están secos, se vuelve a hacer el proceso 3.
6. Si cumple, se continua con el proceso de trituración.

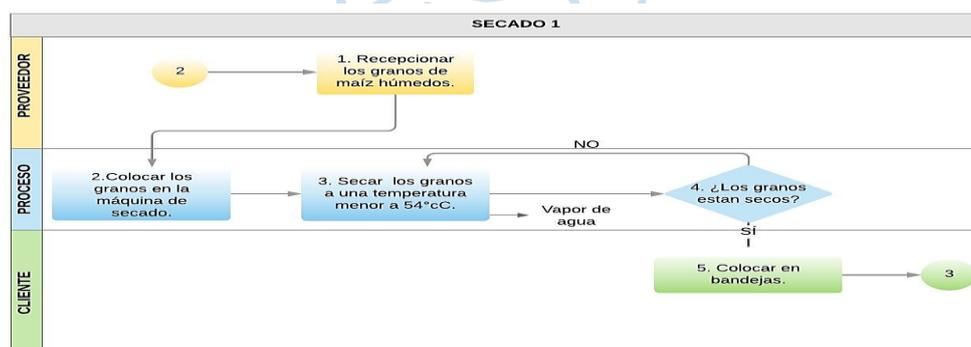


Figura 59. Diagrama de flujo - Secado 1.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁸⁹

⁸⁸ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁸⁹ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

d. Trituración 1

Objetivo: Triturar o moler el grano de maíz amarillo para eliminar el germen del maíz.

Narrativa:

1. Se recepciona el grano de maíz seco.
2. Se ingresa el grano seco de maíz a la máquina limpiadora.
3. Se tritura el grano separándose el germen del maíz.
4. Se coloca el maíz triturado en bandejas.

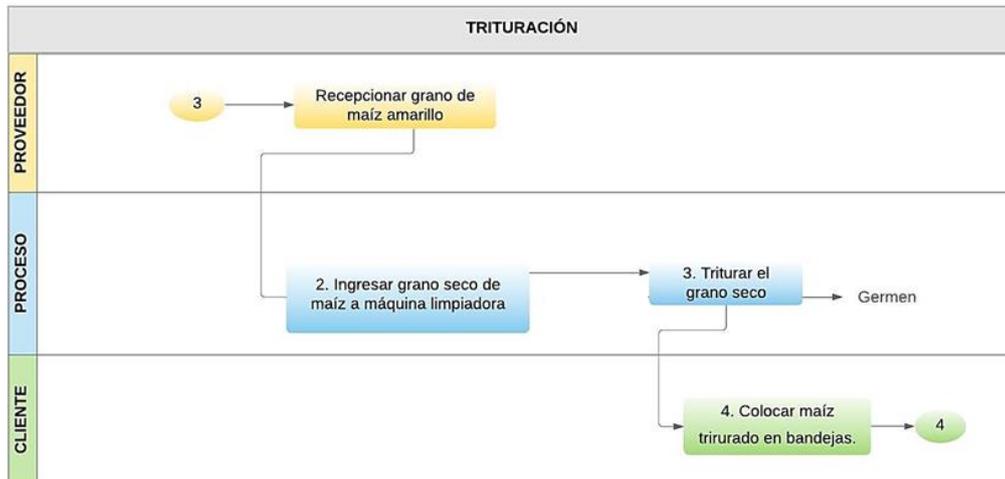


Figura 60. Diagrama de flujo - Trituración 1.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver⁹⁰

e. Maceración

Objetivo: Reposar el grano de maíz triturado para que se ablande para favorecer la posterior separación de cáscara y fibra.

Narrativa:

1. Se recepciona el grano de maíz triturado y seco.
2. Se ingresa el maíz triturado al macerador.
3. Se agrega agua con un contenido de 0.1 a 0.2% de SO_2 , este componente contribuye a detener el crecimiento de microorganismos que originarían putrefacción y a facilitar que el almidón se libere con más facilidad de la proteína.
4. Se macera el maíz triturado por un periodo que oscila entre 30 y 50 horas.
5. Se coloca el maíz macerado en bandejas.

⁹⁰ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

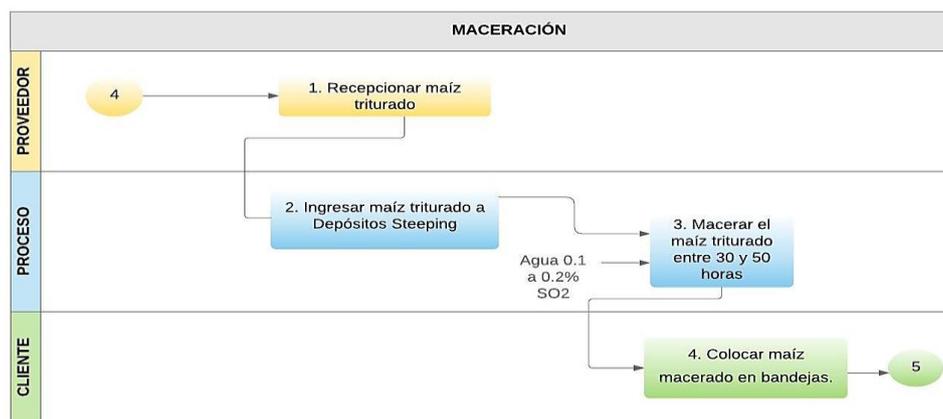


Figura 61. Diagrama de flujo - Maceración.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁹¹

f. Trituración 2

Objetivo: Triturar los granos de maíz macerados para poder continuar con el proceso de tamizado.

Narrativa:

1. Se recepciona los granos de maíz macerados.
2. Se ingresa los granos a la máquina trituradora.
3. Se tritura los granos de maíz.
4. Los subproductos de este proceso se colocan en bandejas.



Figura 62. Diagrama de Flujo - Trituración 2.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁹²

⁹¹ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁹² Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

g. Tamizado

Objetivo: Obtener partículas más finas de maíz triturado separando fibras gruesas como trozos de cáscara y endospermo.

Narrativa:

1. Se recepciona masa de maíz molido.
2. Se ingresa el maíz molido al tamizador vibrante.
3. Se tamiza el maíz molido separando las fibras gruesas que impiden la formación de almidón de maíz.
4. Se coloca el maíz macerado en bandejas.

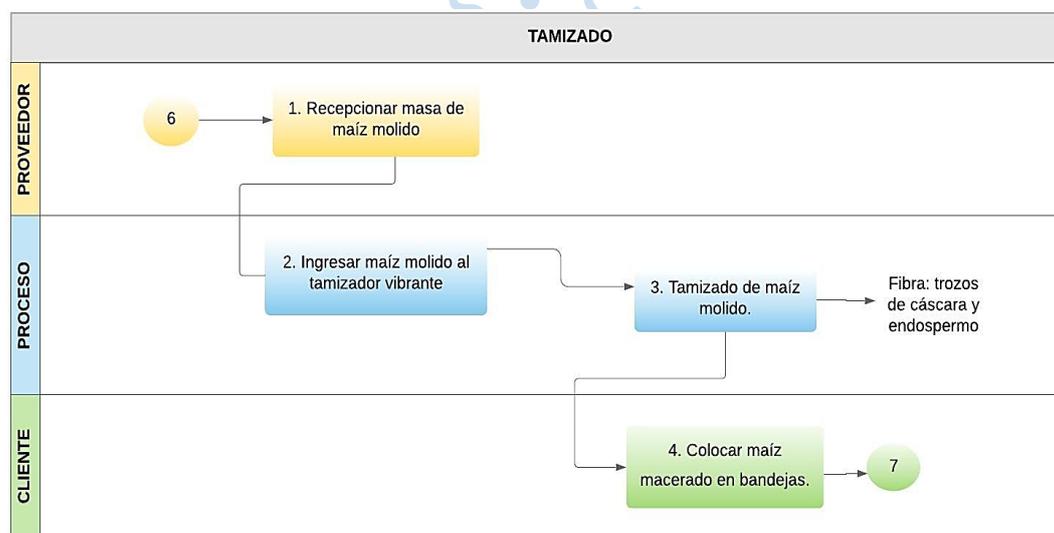


Figura 63. Diagrama de flujo - Tamizado.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁹³

h. Centrifugación

Objetivo: Separar la proteína de los granos de maíz mediante la centrifugación.

Narrativa:

1. Recepcionar los granos tamizados
2. Ingresar los granos a la centrifugadora con agua.
3. Se centrifuga los granos de maíz eliminando el introducida con proteína del maíz.
4. Los subproductos de este proceso se colocan en bandejas.

⁹³ Recuperado de:

https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

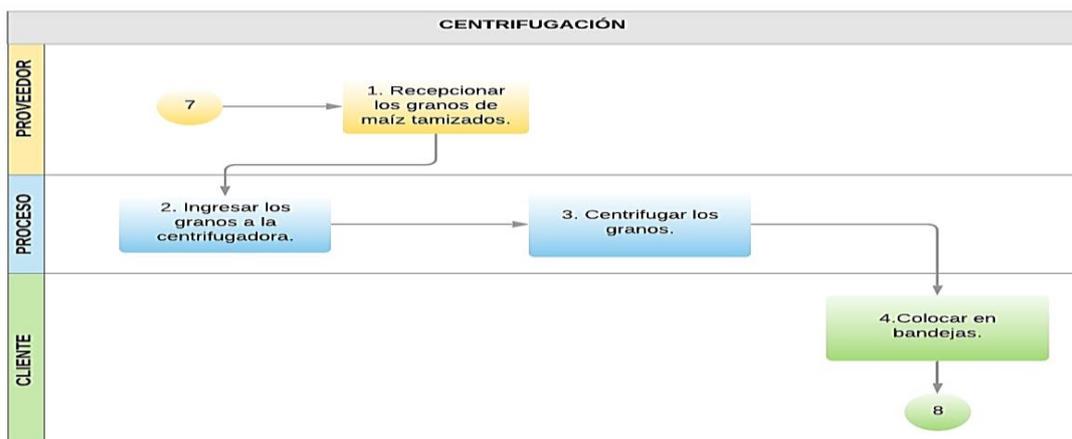


Figura 64. Diagrama de flujo - Centrifugación.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁹⁴

i. Secado 2

Objetivo: Eliminar la humedad restante del proceso de centrifugación anterior para obtener almidón puro.

Narrativa:

1. Se reciben los gránulos o partículas finas de maíz libre de proteína.
2. Se ingresan a la máquina secadora.
3. Se secan los gránulos a temperatura ambiente.
4. Se obtiene almidón de maíz puro y seco que se depositan en bandejas.

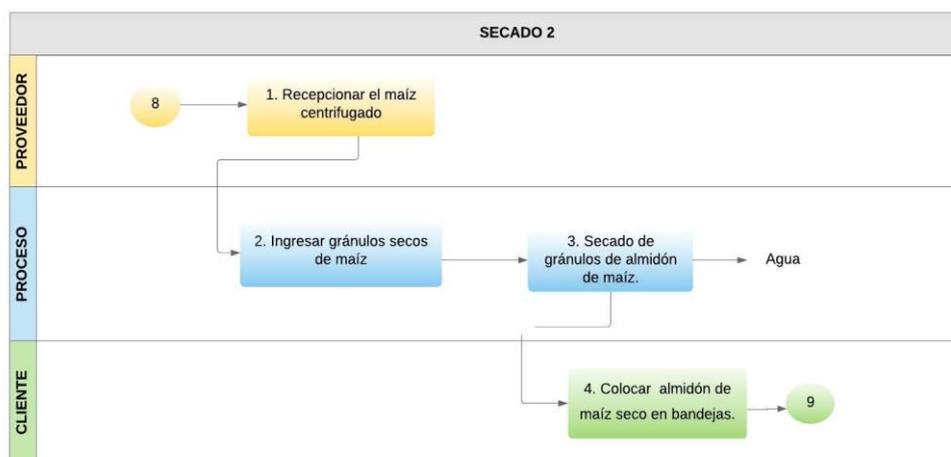


Figura 65. Diagrama de Flujo - Secado 2.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁹⁵

⁹⁴ Recuperado de:

https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁹⁵ Recuperado de:

https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

j. Mezclado- cocción

Objetivo: Mezclar y cocinar los gránulos de almidón seco para obtener un flujo másico con toda la materia prima e insumos disueltos y con la menor cantidad de grumos que impidan la textura requerida para la bandeja biodegradable.

Narrativa:

1. Los granos de almidón seco son recepcionados.
2. Se ingresan los granos de almidón seco a la máquina mezcladora térmica.
3. Se mezcla y cocina a una temperatura de 80°C.
4. Los subproductos de este proceso se colocan en bandejas

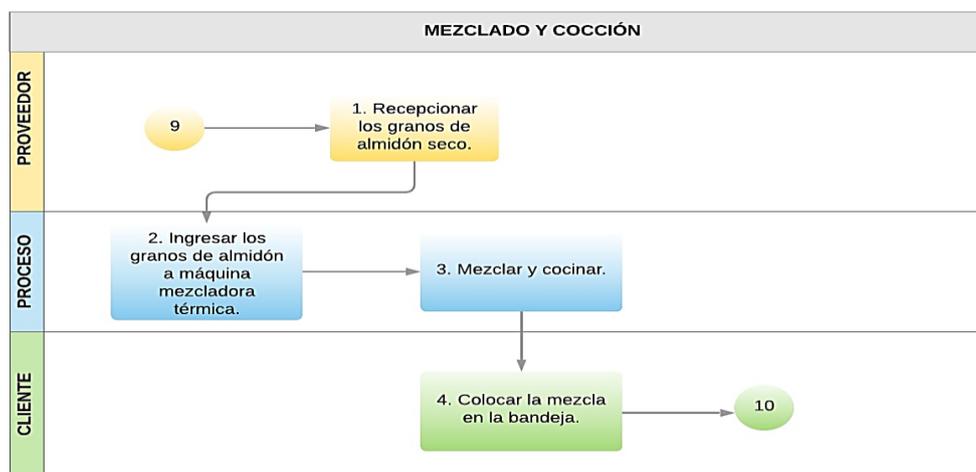


Figura 66. Diagrama de Flujo – Mezclado y cocción.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁹⁶

k. Extrusión

Objetivo: Darle forma definida a la mezcla mediante presión y empuje para obtener el polímero deseado.

Narrativa:

1. Se recepciona la mezcla cocida de almidón e insumos.
2. Se ingresa la mezcla cocida a extractores.
3. Se moldea por primera vez la mezcla para darle forma definida al polímero mediante presión y empuje.

⁹⁶ Recuperado de:

https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

4. Se coloca el polímero en prensa y moldeadora para la siguiente operación.

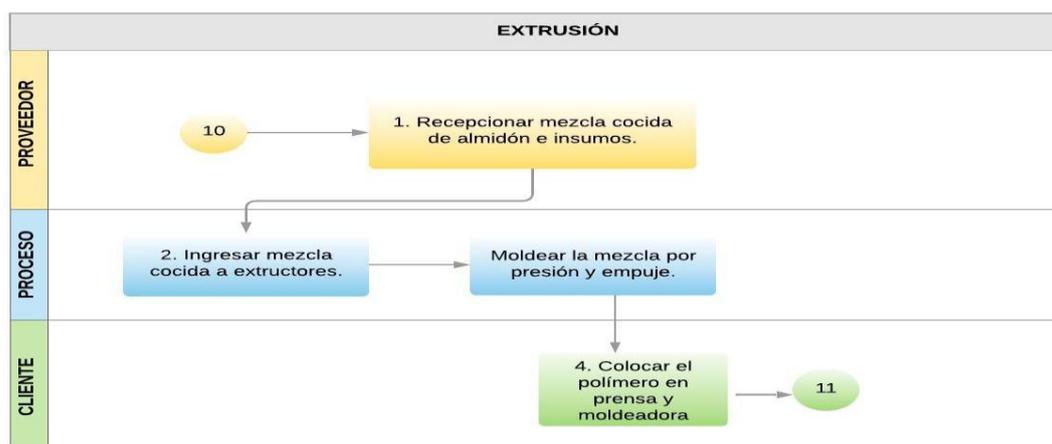


Figura 67. Diagrama de flujo - Extrusión.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁹⁷

1. Prensado y moldeado

Objetivo: Obtener forma del producto final.

Narrativa:

1. La mezcla final es recepcionada.
2. Se da a forma del producto final mediante una prensadora y moldeadora.
3. El producto obtenido se coloca en bandejas.

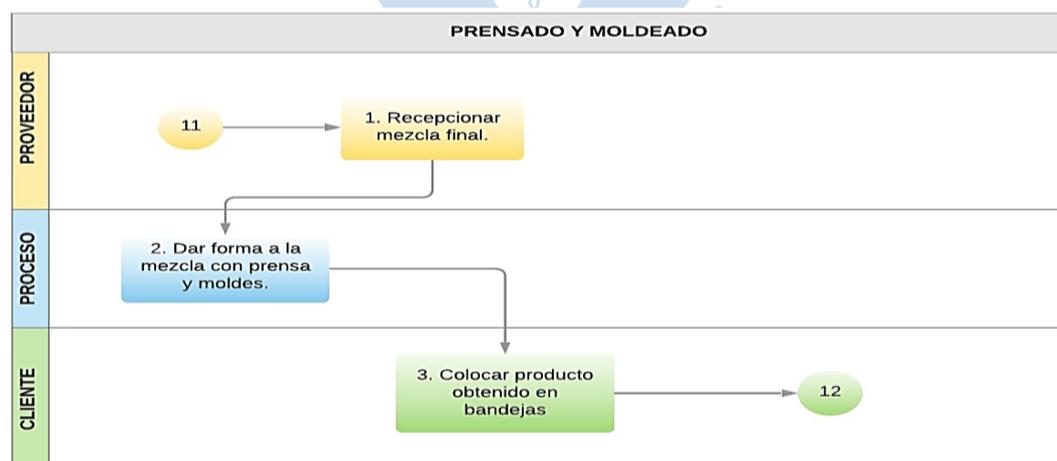


Figura 68. Diagrama de flujo - Prensado y moldeado.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁹⁸

⁹⁷ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁹⁸ Recuperado de:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

m. Etiquetado

Objetivo: Envasar y etiquetar las bandejas biodegradables en sus respectivas presentaciones ecológicas (caja cartón/ bolsa de papel) para su óptima distribución posterior.

Narrativa:

1. Recepción de las bandejas biodegradables secas.
2. Introducir 100 bandejas en las dos presentaciones establecidas: 100 unidades en la caja de cartón ecológico y 10 unidades en bolsas de papel.
3. Sellado manual de las presentaciones con la etiqueta correspondiente. El proceso de elaboración de etiquetas no forma parte del proceso productivo de la empresa.
4. ¿El producto cumple con los estándares de calidad?
5. Si cumple, se distribuyen a las tiendas y supermercados socios.
6. Si no cumple, se reprocesa.

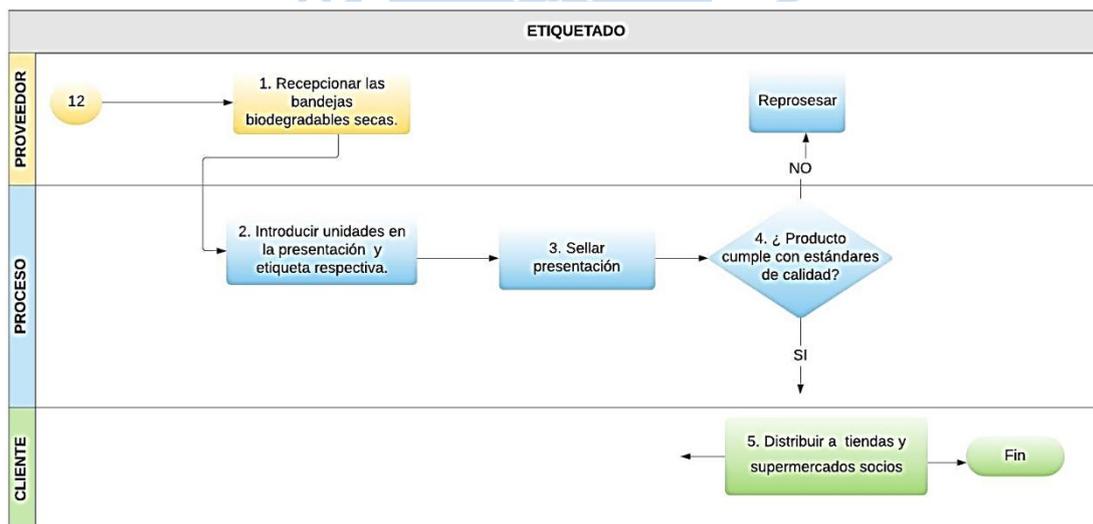


Figura 69. Diagrama de flujo - Etiquetado.

Fuente: Tomado y adaptado de: Yamunaqué Kevin, Farfán Milagros del Pilar, Maza Julio, Navarro Edwin, Saavedra Oliver.⁹⁹

⁹⁹ Recuperado de:

https://pirhua.udel.edu.pe/bitstream/handle/11042/3830/PYT_Informe_Final_Proyecto_BOLSASBIODEGRADABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Capítulo 7

Experimentación

En este capítulo se analizará el proceso de la experimentación con la finalidad de obtener la bandeja biodegradable a partir del almidón de maíz con los estándares de calidad ya establecidos anteriormente. El proceso de experimentación, al poderse realizar de manera casera, la mayor parte se llevó a cabo en una cocina. Asimismo, se llevaron los prototipos obtenidos al laboratorio de química para realizar el proceso de secado y al laboratorio de mecánica para pruebas físicas.

Los distintos experimentos realizados fueron comparados entre sí hasta obtener el prototipo óptimo con las características más cercanas al ideal. Por ello, la metodología usada en el proceso fue de prueba y error.

La información de la experimentación ha sido verificada por el experto en la materia de procesos químicos, el Ing. Gastón Cruz, quien ha sido el experto del proyecto.

7.1. Pruebas experimentales

a. Variables de control de calidad:

Estas variables se dividen en dos tipos: cualitativas y cuantitativas.

- Variables cualitativas:
 - Resistencia a la tracción: Se refiere al máximo esfuerzo que soporta un cuerpo al ser estirado antes de su rompimiento.
 - Permeabilidad: Es la capacidad que tiene el cuerpo para ser atravesado por agua u otro líquido.
 - Dureza: Es el grado de resistencia que tiene un material para ceder o romperse con facilidad. Se aplica dos fuerzas en los extremos sin que ceda.
 - Biodegradabilidad: Propiedad del material que se puede degradar naturalmente y en menor tiempo.

- Variables cuantitativas

- Tiempo de producción: Consiste en el tiempo que se requiere para cada actividad del proceso de experimentación, desde la mezcla, cocción y secado. Se mide y controla dichos tiempos.
- Temperatura: Se mide la temperatura de secado de las bandejas biodegradables. Asimismo, la temperatura máxima que puede resistir la bandeja.

b. Pruebas experimentales:

El proceso de producción de las bandejas biodegradables es un proceso sencillo para seguir, sin embargo, para conseguir los estándares de calidad que debe tener una bandeja para que sea aceptado por el público, se ha tenido que elaborar distintos prototipos siguiendo la metodología prueba y error hasta llegar al óptimo.

A continuación, se muestra el procedimiento realizado durante las pruebas experimentales:

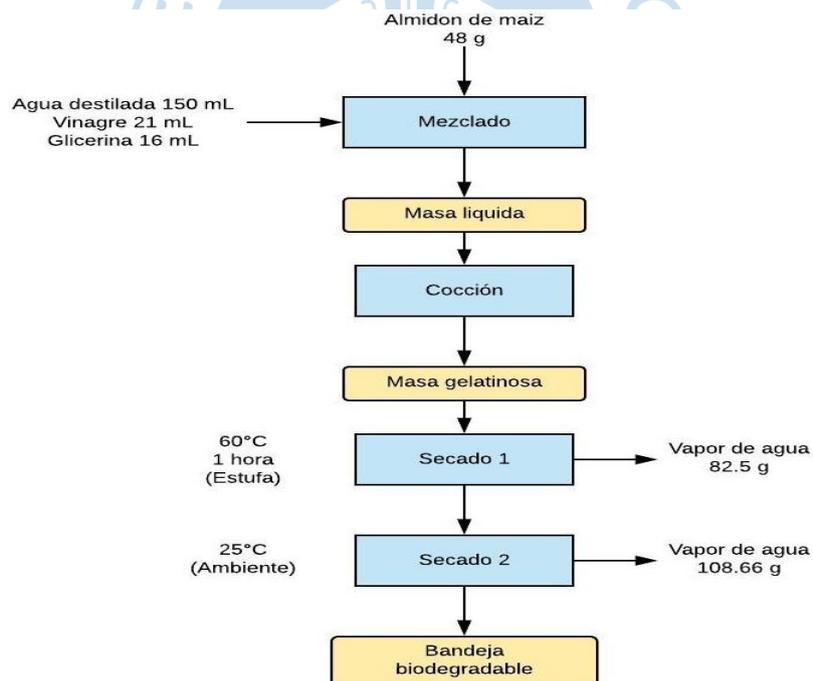


Figura 70. Proceso de experimentación
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallará el alcance de los prototipos, los materiales y equipos utilizados durante el proceso experimental y las variables de control medidas, así como su análisis para seleccionar el mejor prototipo.

De acuerdo con el diagrama de flujo mostrado en la Figura 70, para la elaboración de la bandeja se realizaron los siguientes pasos:

- Elaboración del prototipo:

Para poder cumplir con los estándares de calidad de la bandeja biodegradable, se han realizado varios prototipos variando parámetros cuantitativos durante el proceso. Es por ello que la experimentación es consecuencia de una serie de investigaciones de fuentes confiables acerca de proyectos similares.

Objetivo de la experimentación: Obtener el prototipo ideal de la bandeja biodegradable a partir de almidón de maíz.

Materiales y equipos:

Los materiales que se han utilizado en el proceso son los siguientes:

Tabla 51. Materiales utilizados en experimentación

Insumos	Imagen
Almidón de maíz	
Agua destilada	
Vinagre	
Glicerina	

Fuente: Elaboración propia

Los equipos utilizados fueron los siguientes:

- Cocina eléctrica
- Horno tostador
- Balanza digital

- Vaso de precipitado
- Agitador
- Molde

Experimentos:

Para el proceso de experimentación se han realizado 5 muestras, cuya diferencia es la variación de la cantidad de materiales utilizados.

Para poder comparar las pruebas realizadas, se ha medido el tiempo desde que la mezcla comienza a gelatinizarse durante la cocción, hasta que termine de convertirse por completo en una masa gelatinosa. Además, se ha medido el tiempo y temperatura de secado de cada experimento. La temperatura de secado en la estufa ha variado según el molde usado, pues se usaron moldes de Tecnopor y de metal.

- Muestra 1:
 - a. Materiales:

Tabla 52. Cantidades de materiales para la muestra 1

Experimento 1	Cantidad	Unidad
Almidón de maíz	20	g
Glicerina	34	ml
Vinagre	22	ml
Agua destilada	91	ml

Fuente: Elaboración propia

- b. Resultados:

Tabla 53. Resultados de muestra 1

Experimento 1	Tiempo	Temperatura
Gelatinización inicio	2.45 min	82°C
Gelatinización final	2.57 min	89°C
Secado 1	30 min	60°C
Secado 2	35 horas	25°C

Fuente: Elaboración propia

- Muestra 2
 - a. Materiales:

Tabla 54. Cantidades de materiales para la muestra 2

Experimento 2	Cantidad	Unidad
Almidón de maíz	100	g
Glicerina	22.5	ml

Experimento 2	Cantidad	Unidad
Vinagre	22.5	ml
Agua destilada	48	ml

Fuente: Elaboración propia

b. Resultados:

Tabla 55. Resultados de muestra 2

Experimento 2	Tiempo	Temperatura
Gelatinización inicio	2.15 min	80°C
Gelatinización final	2.32 min	90°C
Secado 1	30 min	60°C
Secado 2	48 horas	25°C

Fuente: Elaboración propia

▪ Muestra 3:

a. Materiales:

Tabla 56. Cantidades de materiales para la muestra 3

Experimento 3	Cantidad	Unidad
Almidón de maíz	18	g
Glicerina	24	ml
Vinagre	40	ml
Agua destilada	80	ml

Fuente: Elaboración propia

b. Resultados:

Tabla 57. Resultados de muestra 3

Experimento 3	Tiempo	Temperatura
Gelatinización inicio	1.56 min	93°C
Gelatinización final	2.21 min	97°C
Secado 1	30 min	100°C
Secado 2	21 horas	25°C

Fuente: Elaboración propia

▪ Muestra 4:

a. Materiales:

Tabla 58. Cantidades de materiales para la muestra 4

Experimento 4	Cantidad	Unidad
Almidón de maíz	40	g
Glicerina	23	ml
Vinagre	23	ml
Agua destilada	200	ml
Colapiz	20	g

Fuente: Elaboración propia

b. Resultados:

Tabla 59. Resultados de muestra 4

Experimento 4	Tiempo	Temperatura
Gelatinización inicio	1.56 min	93°C
Gelatinización final	2.21 min	97°C
Secado 1	30 min	100°C
Secado 2	30 horas	25°C

Fuente: Elaboración propia

▪ Muestra 5:

a. Materiales:

Tabla 60. Cantidades de materiales para la muestra 5

Experimento 5	Cantidad	Unidad
Almidón de maíz	48	g
Glicerina	16	ml
Vinagre	21	ml
Agua destilada	150	ml
Goma de arroz	16	g
Colapiz	20	g

Fuente: Elaboración propia

b. Resultados:

Tabla 61. Resultados de muestra 5

Experimento 5	Tiempo	Temperatura
Gelatinización inicio	1.56 min	93°C
Gelatinización final	2.21 min	97°C
Secado 1	30 min	100°C
Secado 2	19 horas	25°C

Fuente: Elaboración propia

7.2. Resultados de las pruebas para medir las variables cualitativas

A continuación, se realizará un análisis de las pruebas realizadas para obtener el prototipo final. Las pruebas realizadas son: Resistencia a la tracción, permeabilidad, dureza, temperatura y biodegradabilidad.

a. Resistencia a la tracción:

Debido a que no se dispone de un instrumento en el laboratorio para medir dicha resistencia, se utilizó una escala que describe el grado de fuerza aplicado a la bandeja de manera manual. La escala de fuerza utilizada fue: Fuerza baja, media y alta. Se midió el tiempo que resistió la bandeja antes de romperse. Asimismo, se realizó el mismo procedimiento con una

bandeja descartable de poliestireno expandido, para comparar la similitud de características del mejor prototipo obtenido con dicha bandeja.

La escala de aplicación de la fuerza para las cinco muestras realizadas en la experimentación y el tiempo que tardaron para romperse se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 62. Medición de fuerza para la prueba de resistencia de tracción

Muestra	Escala de fuerza	Tiempo
1	Baja	10 segundos
2	Baja	5 segundos
3	Baja	12 segundos
4	Baja	18 segundos
5	Baja	23 segundos

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 62, la bandeja que tuvo mayor resistencia fue la número 5, pues esta muestra tiene un aditivo que le da mayor resistencia que es el colapiz y la goma de arroz. Casi todas las demás muestras igual han sido elásticas por un tiempo, a excepción de la muestra 2 que duro poco hasta romperse por la cantidad de agua que presenta, esta muestra salió muy gelatinosa y débil, por lo que se rompió fácilmente. Además, cabe resaltar que la muestra 5 tenía menor cantidad de glicerina que las anteriores, por lo que se concluye que la glicerina le brinda elasticidad y elongación hasta cierto punto, siendo menor su cantidad tendrá mayor resistencia de tracción.

Por otro lado, al realizar el mismo procedimiento a la bandeja descartable de poliestireno expandido, con la misma escala que las demás bandejas, es decir fuerza baja, se estiro la bandeja y duro 29 segundos en romperse, por lo que la muestra 5 tiene la mayor similitud en esta característica de tracción.

b. Permeabilidad:

Todas las muestras realizadas lograron la impermeabilidad necesaria que necesita una bandeja, esto se comprobó vertiendo agua sobre las superficies planas de las bandejas y en ninguna muestra paso agua sobre la superficie. De igual se realizó la prueba a una bandeja descartable de poliestireno expandido obteniendo el mismo resultado de impermeabilidad.

c. Dureza:

Las 3 primeras muestras de bandejas que no han tenido aditivo alguno tiene un mayor tiempo de secado y quedan aún gelatinosas, por lo que se buscó añadir un insumo que le diera la consistencia que requería la bandeja. Por ello, se experimentó con colapiz y goma de arroz

teniendo un resultado positivo. La bandeja que mostró mayor dureza y tuvo menor tiempo de secado fue la número 5, la consistencia que le otorga el colapiz con la goma de arroz como aditivos influye positivamente en la forma de la bandeja teniendo mayor fuerza y siendo la más lisa y con mejor forma.

En comparación con la bandeja de poliestireno expandido, evidentemente este producto tiene una mayor dureza, ya que está compuesto por insumos sintéticos que le brindan la dureza necesaria.

d. Perforación:

Para hallar la fuerza máxima que puede resistir la bandeja con mejor resultado que fue la muestra 5, se midió el peso máximo que puede resistir hasta que se perfora. Esta prueba se realizó en laboratorio de Mecánica con el apoyo de Walter Elera.

Para ello se utilizó una herramienta cuyo peso es de 1.409 kg de punta 2/10 mm. Por lo tanto, la fuerza aplicada fue de 13.82 N. Con dicha fuerza se resistió 24 segundos antes que se perforara la bandeja. De la misma manera, se realizó la misma prueba con la bandeja descartable de poliestireno expandido y resistió la misma fuerza de 13.82 N un tiempo de 25 segundos hasta que se perforara la bandeja. (Ver Apéndice A)

e. Temperatura:

Asimismo, para hallar la temperatura máxima que puede resistir la bandeja se introdujo en un horno eléctrico en la cual se iba variando la temperatura y observando el momento en el cual se comenzaba a deformar. La temperatura del horno se incrementó gradualmente hasta llegar a los 120 °C hasta que la bandeja comenzó a deformarse. Por lo tanto, se determinó que esta temperatura es la máxima que puede resistir la bandeja.

Por otro lado, para hallar de la misma manera la temperatura mínima, se introdujo la bandeja en un congelador cuya temperatura es de -19°C y se dejó reposar por 2 horas, no ocurrió ningún cambio físico, sin embargo, a diferencia de la bandeja de Tecnopor, que también se introdujo, la bandeja biodegradable se enfrió y la de Tecnopor no, pues la bandeja de Tecnopor tiene una excelente capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío, esta capacidad se debe a la propia estructural del material ya que en su mayoría está compuesto por aire ocluido dentro de una estructura celular. Su temperatura máxima que resiste antes que se deforme es de 85 °C.

f. Biodegradabilidad:

Para verificar que el prototipo es biodegradable, el experto del proyecto en procesos químicos, el Ing. Gastón Cruz, nos recomendó medir las variables de Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO5) y la demanda química de oxígeno (DQO) con el fin de determinar la relación de ambas variables para comprobar si sus residuos disueltos en el agua son biodegradables.

La DBO5 mide la cantidad de oxígeno disuelto (expresado en mg/L) consumido por los microorganismos para que, mediante procesos biológicos aerobios, se pueda realizar la oxidación o degradación bioquímica de la materia orgánica biodegradable en el agua.

La DQO mide la cantidad de oxígeno consumido durante la oxidación de la materia orgánica existente en el agua (expresado en mg/L), en este caso de la muestra de la bandeja. Eso se mide mediante un reactivo químico oxidante (dicromato potásico) en medio ácido, a elevada temperatura y con un catalizador como el sulfato de plata para facilitar la oxidación.

La prueba de biodegradabilidad se ha realizado en el laboratorio de Recursos Hidrobiológicos de la Universidad Nacional de Piura (Ver Apéndice D). Se sumergió una muestra de la bandeja obtenida en la experimentación en un recipiente con 600 mL de agua y se llevó al laboratorio para su respectivo análisis. Después de cinco días se obtuvo los siguientes resultados que se pueden observar en la Tabla 63:

Tabla 63. Resultados de ensayos fisicoquímicos

Ensayos fisicoquímicos	Resultados
DBO5	25,33 mg/L
DQO	42.19 mg/L

Fuente: Elaboración propia

La relación entre las variables medidas, DBO5 y DQO, nos da una idea del nivel de contaminación que tiene el agua medida. Esta relación debe ser mayor a 0,5 para verificar que el agua en estudio sea biodegradable y por lo tanto se pueda tratar biológicamente.

A continuación, se muestra la relación con los resultados obtenidos:

$$\frac{DBO5}{DQO} = \frac{25,33 \text{ mg/L}}{42,19 \text{ mg/L}} = 0,60$$

$$0,60 > 0,5$$

De esta manera se comprueba la biodegradabilidad de la bandeja hecha a partir de almidón de maíz.

Asimismo, se puede hallar la relación DQO/DBO5, también llamada índice de biodegradabilidad. El resultado de esta relación nos indica el grado de biodegradabilidad de la materia orgánica disuelta en el agua:

Tabla 64. Relación DQO/DBO

Intervalos	Grado de biodegradabilidad
$1 < \text{DQO/DBO5} \leq 1,5$	Materia orgánica muy biodegradable
$1,5 < \text{DQO/DBO5} \leq 2$	Materia orgánica moderadamente biodegradable
$2 < \text{DQO/DBO5} \leq 10$	Materia orgánica poco biodegradable

Fuente: Tomado y adaptado de Universidad de las Palmas Gran Canaria¹⁰⁰

A continuación, se muestra la relación con los resultados obtenidos:

$$\frac{DQO}{DBO5} = \frac{42,19 \text{ mg/L}}{25,33 \text{ mg/L}} = 1,66$$

$$1,5 < 1,66 < 2$$

Por lo tanto, la bandeja de almidón de maíz se clasifica como materia orgánica moderadamente biodegradable.

¹⁰⁰Recuperado: <http://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/30/30673/tema5analisisdeaguas.pdf>

Capítulo 8

Análisis Financiero

En el presente capítulo, se describirá la estructura de costos que incluye la inversión necesaria en activos fijo y los costos de producción directos e indirectos. Asimismo, se realizará una proyección de ventas y se mostrarán los indicadores VAN y TIR que permitirán determinar la viabilidad económica del proyecto.

8.1. Estructura de costos

- **Inversión necesaria (activos fijos):**

Tabla 65. Inversión de activos fijos.

Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Máquina limpiadora	1	S/500	S/500.00
Máquina de secado	1	S/5,000.00	S/5,000.00
Trituradora Industrial	2	S/635.00	S/1,270.00
Máquina maceradora	1	S/5,000.00	S/5,000.00
Máquina tamizadora vibrante	1	S/2,000	S/2,000.00
Máquina centrifugadora	1	S/2,520.00	S/2,520.00
Secador Flash	1	S/3,300.00	S/3,300.00
Mezcladora térmica	1	S/6,000.00	S/6,000.00
Máquina extrusora	1	S/5,000.00	S/5,000.00
Máquina termoformadora	1	S/5,000.00	S/5,000.00
Bandejas de aluminio industriales	11	S/35.00	S/385.00
Implementación por maquinaria	11	S/2,000.00	S/22,000.00
Capacitación Inicial	1	S/3,500.00	S/3,500.00
Escritorios Malta 4 cajones Carvalho Claro	8	S/269.00	S/2,152.00
Silla de Oficina Bucarest Negra	8	S/59.00	S/472.00
Laptop Lenovo Ideapad 330-15ARR	8	S/1,299.00	S/10,392.00
Alquiler local	12	S/5,800.00	S/69,600.00
Impresora Multifunción Monocromática Xerox WorkCentre 3345	1	S/1,649.00	S/1,649.00
Estante Bagan 180 cm Nogal	4	S/199.00	S/796.00
Silla fija para visitas Negra	2	S/56.00	S/112.00
Comedor plegable para 12 personas	1	S/350.00	S/350.00
Silla de plástico sin brazos	13	S/23.00	S/299.00
Estante metálico CR - 11	4	S/500	S/2,000.00
Pizarra acrílica 80 x 120 cm	1	S/80.00	S/80.00
		Total	S/149,377.00

Fuente: Elaboración propia.

▪ **Costos directos de producción**

Dentro de los costos directos han sido considerados la materia prima, maquinaria y equipo, mano de obra, y otros insumos que se utilizan en la producción.

Para hallar el costo de materia prima, se considera un lote de 625 bandejas y se producirán 252 lotes al mes durante el primer año según lo estimado.

Tabla 66. Costos de materia prima.

Materia prima	Cantidad unitaria	Unidad	Cantidad por lote (Kg o L)	Costo unitario (Kg o L)	Costo Total
Maíz amarillo duro	2	G	1.25	S/1.50	S/1.88
Agua Destilada	6.25	mL	3.90625	S/1.00	S/3.91
Vinagre	0.875	mL	0.546875	S/1.00	S/0.55
Glicerina líquida	0.65	mL	0.40625	S/8.00	S/3.25
Colapiz	0.65	G	0.40625	S/6.00	S/2.44
Costo materia prima (lote de 625 bandejas)					S/12.02

Fuente: Elaboración propia

Los costos de MOD estarán representados por el puesto de operario de producción y el jefe de producción. Quienes recibirán una remuneración fija mensual, además de sus beneficios sociales como se muestran en las siguientes tablas por puesto de trabajo.

Se tendrán 12 operarios de producción repartidos en todos los procesos, los cuales serán previamente capacitados en el uso de las máquinas y en la manipulación de los químicos, este costo de capacitación se percibe en la inversión necesaria.

Tabla 67. Costo MOD de operario de producción

Operario de producción (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 1,100.00
Aporte obligatorio Seguro	8%	S/. 88.00
	2.1%	S/. 23.10
Impuesto total		S/. 111.10
Pago neto		S/.988.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Costo MOD de jefe de producción

Jefe de producción (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 1,700.00
Aporte obligatorio Seguro	8%	S/. 136.00
	2.1%	S/. 35.70
Impuesto total		S/. 171.70
Pago neto		S/.1528.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69. Costo total de MOD por lote

MOD	Cantidad MOD	Sueldo	Cantidad sueldos	Total
Operario Producción	12	S/.988.90	14	S/.164,438.4
Jefe de producción	1	1528.30	14	S/.21,396.2
	Costo anual			S/.185,834.6
	Costo mensual			S/. 15,486.2
	Costo por lote			S/.61.45

Fuente: Elaboración propia

Para los costos de maquinaria y equipos de considerarán con una depreciación anual lineal de 10%, como lo podemos observar en la siguiente tabla:

Tabla 70. Depreciación de maquinaria y equipos

Elemento	Cantidad	Precio Unitario	Depreciación	Valor Total
Máquina limpiadora	1	S/500	10%	S/50
Máquina de secado	1	S/5,000.00	10%	S/500
Trituradora Industrial	2	S/635.00	10%	S/127
Máquina maceradora	1	S/5,000.00	10%	S/500
Máquina tamizadora vibrante	1	S/2,000	10%	S/200
Máquina centrifugadora	1	S/2,520.00	10%	S/252
Secador Flash	1	S/3,300.00	10%	S/330
Mezcladora térmica	1	S/6,000.00	10%	S/600
Máquina extrusora	1	S/5,000.00	10%	S/500
Máquina termoformadora	1	S/5,000.00	10%	S/500
Bandejas de aluminio industriales	11	S/35.00	10%	S/39
Escritorios Malta 4 cajones Carvalho Claro	8	S/269.00	10%	S/215
Silla de Oficina Bucarest Negra	8	S/59.00	10%	S/47
Laptop Lenovo Ideapad 330-15ARR	8	S/1,299.00	10%	S/1,039
Impresora Multifunción Monocromática Xerox WorkCentre 3345	1	S/1,649.00	10%	S/165
Estante Bagan 180 cm Nogal	4	S/199.00	10%	S/80
Silla fija para visitas Negra	2	S/56.00	10%	S/11
Comedor plegable para 12 personas	1	S/350.00	10%	S/35
Silla de plástico sin brazos	13	S/23.00	10%	S/30
Estante metálico CR - 11	4	S/500	10%	S/200
Pizarra acrílica 80 x 120 cm	1	S/80.00	10%	S/8
			Total	S/5,428

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra una tabla con el consumo de energía eléctrica de cada máquina por lote producido, considerando que un lote demora 2 horas en completarse, esto con el fin de poder realizar el cálculo de costo de electricidad por lote.

Tabla 71. Consumo de electricidad por lote.

Máquina	Energía (Kw)	Consumo (Kwh)
Máquina limpiadora	0.18	0.1044
Máquina de secado	24	13.92
Trituradora industrial	4.4	2.55
Máquina maceradora	5	2.9
Máquina tamizadora vibrante	0.5	0.29

Máquina	Energía (Kw)	Consumo (Kwh)
Máquina centrifugadora	1.1	0.638
Secador flash	7	4.06
Mezcladora térmica	1.5	0.87
Máquina extrusora	50	29
Máquina termoformadora	12	6.96
Uso por lote (h)		0.58
Total (Kwh)		61.29

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, entre los costos directos se encuentran los insumos y servicios públicos que se utilizan para la producción de bandejas, en la siguiente tabla se muestra su costo por lote:

Tabla 72. Costo de servicios

Insumo	Unidad	Costo	Cantidad	Total
Agua potable	m3	S/ 8.61	1	S/. 8.61
Energía Eléctrica	Kwh	S/0.50679	61.29	S/. 31.06
Total de servicios (Lote)				S/. 39.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Costo de insumos

Insumo	Unidad	Costo	Cantidad	Total
Cajas de embalaje	Unidad	S/0.25	4	S/. 1
Empaques	Unidad	S/0.10	28	S/. 2.80
Total de insumos (Lote)				S/. 3.80

Fuente: Elaboración propia

▪ Costos indirectos

Los costos MOI serán los puestos de gerente general, supervisor de calidad, jefe de marketing, jefe de administración, jefe de logística, asistente contable, supervisor de almacenamiento y auxiliares de mantenimiento. Además, entre los costos indirectos se encuentra la limpieza total de la planta que tendrá un costo de S/. 400 al mes.

Tabla 74. Costo MOI de auxiliares de mantenimiento.

Auxiliares de mantenimiento (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 1,100.00
Aporte obligatorio Seguro	8%	S/. 88.00
	2.1%	S/. 23.10
Impuesto total		S/. 111.10
Pago neto		S/.988.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Costo MOI de supervisor de almacenamiento

Supervisor de almacenamiento (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 1,500.00
Aporte obligatorio	8%	S/. 120.00

Supervisor de almacenamiento (mensual)		
Seguro	2.1%	S/. 31.50
Impuesto total		S/. 151.50
Pago neto		S/.1348.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76. Costo MOI de asistente contable

Asistente contable (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 1,500.00
Aporte obligatorio	8%	S/. 120.00
Seguro	2.1%	S/. 31.50
Impuesto total		S/. 151.50
Pago neto		S/.1348.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77. Costo MOI de jefe de logística

Jefe de logística (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 1,700.00
Aporte obligatorio	8%	S/. 136
Seguro	2.1%	S/. 35.70
Impuesto total		S/. 171.70
Pago neto		S/.1528.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78. Costo MOI de jefe de administración

Jefe de administración (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 2,000.00
Aporte obligatorio	8%	S/. 160.00
Seguro	2.1%	S/. 42.00
Impuesto total		S/. 202.00
Pago neto		S/.1798.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79. Costo MOI de jefe de marketing

Jefe de marketing (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 1,700.00
Aporte obligatorio	8%	S/. 136
Seguro	2.1%	S/. 35.70
Impuesto total		S/. 171.70
Pago neto		S/.1528.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80. Costo MOI de supervisor de calidad

Supervisor de calidad (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 1,500.00
Aporte obligatorio	8%	S/. 120.00
Seguro	2.1%	S/. 31.50
Impuesto total		S/. 151.50
Pago neto		S/.1348.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81. Costo MOI de gerente general

Supervisor de calidad (mensual)		
Sueldo bruto		S/. 3,000.00
Aporte obligatorio	8%	S/. 240.00
Seguro	2.1%	S/. 63.00

Supervisor de calidad (mensual)	
Impuesto total	S/. 303.00
Pago neto	S/.2697.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82. Costo total de MOI por lote

MOI	Cantidad MOD	Sueldo	Cantidad sueldos	Total
Operario Mantenimiento	12	S/.988.90	14	S/.164,438.4
Supervisor de almacenamiento	1	S/.1348.50	14	S/.18,879.0
Asistente contable	1	S/.1348.50	14	S/.18,879.0
Jefe de logística	1	S/.1528.30	14	S/.21,396.2
Jefe de administración	1	S/.1798.00	14	S/.25,172.0
Jefe de marketing	1	S/.1528.30	14	S/.21,396.2
Supervisor de calidad	1	S/.1348.50	14	S/.18,879.0
Gerente general	1	S/.2697.00	14	S/.37,758.0
	Costo anual			S/.326,797.6
	Costo mensual			S/. 27,233.3
	Costo por lote			S/.108.07

Fuente: Elaboración propia

▪ **Costos totales**

Tabla 83. Costos por lote

Tipo	Costo total Descripción	Costo
Costos directos	Costo Fijo por lote	S/.61.45
	Costo Variable por lote	S/.55.49
Costos indirectos	Costo MOI por lote	S/.108.07
	Costo total por lote	S/225.01
	Unidades por lote	625
	Costo total unitario	S/0.36

Fuente. Elaboración propia

8.2. Estados financieros y Proyecciones de ventas

Con el fin de determinar el presupuesto de ventas se hizo una investigación sobre el precio promedio de las bandejas de plástico y Tecnopor que se pueden encontrar en tiendas como Plaza Vea, Tottus, Metro, Makro y el mercado modelo de Piura. Se observó que los precios oscilaban entre S/.4 y S/.8 soles en paquetes de 10 unidades, por ello se tomó la decisión de ingresar al mercado con un precio de S/.6.50 por paquete de 10 unidades, esta opción es la que tendrán las personas comunes que podrán adquirirlos en supermercados. Asimismo, como se decidió desde un inicio, los clientes principales serán los supermercados y a ellos se les venderá en cajas de 100 unidades a un costo de S/.60 el primer año.

Para este cálculo se tuvo en cuenta la capacidad de la planta, dando como resultado una capacidad máxima de producción de 9600 bandejas por día de trabajo. Se consideró prudente dejar una holgura para no trabajar al máximo todo el tiempo y estar preparados ante cualquier

fluctuación de la demanda, por ello se delimitó la producción de 7200 bandejas al día, siendo un 75% de la capacidad máxima de producción.

Tabla 84. Presupuesto de ingresos

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas presupuestadas (bolsas)	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
Ventas presupuestadas (cajas)	17,500	17,500	17,500	17,500	17,500
Precio por Paquete de 10 unidades	S/6.50	S/6.50	S/6.50	S/6.50	S/6.50
Precio por Caja de 100 unidades	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00	S/60.00
Total, de ventas	S/1,141,000	S/1,141,000	S/1,141,000	S/1,141,000	S/1,141,000

Fuente: Elaboración propia

▪ **Financiamiento:**

Obtenemos un préstamo de parte del banco BCP, cuyo monto será S/.400,000, con una TEA de 9%, el pago será como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 85. Tabla de amortización del préstamo en anualidades

Año	1	2	3	4	5
Saldo inicial	S/400,000.00	S/320,000.00	S/240,000.00	S/160,000.00	S/80,000.00
Capital	S/44,000.00	S/51,200.00	S/58,400.00	S/65,600.00	S/72,800.00
Interés	S/36,000.00	S/28,800.00	S/21,600.00	S/14,400.00	S/7,200.00
Cuota (Interés + Capital)	S/80,000.00	S/80,000.00	S/80,000.00	S/80,000.00	S/80,000.00
Saldo final	S/320,000.00	S/240,000.00	S/160,000.00	S/80,000.00	S/0.00

Fuente: Elaboración propia

Los costos de inversión que incluyen los activos fijos y el capital de trabajo ascienden a S/. 834,377 nuevos soles, de los cuales el 47.94% (S/. 400,000 nuevos soles) será financiado por el banco a una tasa de interés anual del 9%, la cual será amortizada en un plazo de 5 años. Asimismo, no se considera la venta de activos y no se tiene un flujo de liquidación en el cálculo de los indicadores del proyecto.

El resto de la inversión (52.06%) será financiado por los socios de la empresa y ha sido calculado sumando los costos directos, indirectos y gastos de operación necesarios para iniciar el funcionamiento el año 0, al ser este valor muy elevado se decidió financiar parte del capital de trabajo (S/. 685,000 nuevos soles) con el banco, quedando la cifra de S/. 434,377, todos esos datos son mostrados a continuación en las tablas:

Tabla 86. Flujo de caja

Flujo Económico	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(Inversión activos)	-S/149,377.00					
(Capital de trabajo)	-S/685,000.00					
Ingresos		S/1,141,000.00	S/1,141,000.00	S/1,141,000.00	S/1,141,000.00	S/1,141,000.00
(Costos directos)		S/353,626.56	S/353,626.56	S/353,626.56	S/353,626.56	S/353,626.56
(Costos indirectos)		S/326,803.68	S/326,803.68	S/326,803.68	S/326,803.68	S/326,803.68
(Gastos de ventas)		S/1,000.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00
Utilidad Bruta		S/459,569.76	S/459,369.76	S/459,369.76	S/459,369.76	S/459,369.76
(Depreciación)		S/5,428.00	S/5,428.00	S/5,428.00	S/5,428.00	S/5,428.00
UdD		S/454,141.76	S/453,941.76	S/453,941.76	S/453,941.76	S/453,941.76
(Impuestos)		S/136,242.53	S/136,182.53	S/136,182.53	S/136,182.53	S/136,182.53
UdDdI		S/317,899.23	S/317,759.23	S/317,759.23	S/317,759.23	S/317,759.23
Flujo Económico	-S/834,377.00	S/317,899.23	S/317,759.23	S/317,759.23	S/317,759.23	S/317,759.23

Fuente: Elaboración propia

8.3. Indicadores Financieros

Tabla 87. Indicadores del proyecto

Indicador	Valor
Tasa de descuento	9%
VAN	S/. 368,554.16
TIR	26%
Periodo de recuperación del capital	3 años

Fuente: Elaboración propia

Se ha proyectado durante los primeros 5 años de funcionamiento, una VAN de S/. 368,554.16 nuevos soles y una TIR de 26%, que resulta favorable al compararlo con el 9% que se tiene de costo de oportunidad, y con un periodo de recuperación del capital total (S/. 834,377 nuevos soles) de 3 años. Estos 3 indicadores financieros nos muestran una obvia viabilidad para la ejecución del proyecto.

Conclusiones y recomendaciones

El problema de la contaminación ambiental por plásticos convencionales derivados del petróleo amenaza a la población mundial con consecuencias que ya se están observando actualmente, por ello, en preocupación ante este alarmante peligro al planeta, los gobiernos han tenido que imponer leyes que regulen su uso, de forma que cada vez se reduzca más el uso de este tipo de plástico y se busque productos sustitutos que sean amigables con el medio ambiente. En consecuencia, el proyecto de producción de bandejas biodegradables a partir de féculas de maíz es una alternativa que contribuye al medio ambiente y busca promover conciencia en la sociedad para que sea amigable con el planeta.

Para desarrollar el proyecto, se han llevado a cabo diversas metodologías para controlar el avance del mismo mediante un cronograma, de esta manera el equipo ha demostrado compromiso en la división de actividades encomendadas por el líder del proyecto. Se marcaron hitos en la evolución del proyecto que demostraba el cumplimiento de los objetivos trazados en la planificación del proyecto.

Se recomienda innovar en los procesos de producción para elaborar bandejas, de manera que sean óptimos usando menos recursos y que sean amigables con el ambiente. Asimismo, se recomienda la investigación y búsqueda de productos sustitutos de los plásticos convencionales, que se pueden obtener de distintos recursos naturales.

Para un buen diseño de la distribución de planta es importante iniciar identificando todas las áreas que se deberán tener. La distribución puede verse afectada si se decide alquilar un local comercial, ya que se tendrá que adaptar la empresa a los espacios con los que cuenta la edificación. Asimismo, es necesario determinar el código de proximidad entre áreas, para evitar que surjan tiempos ociosos en el desplazamiento de un área a otra.

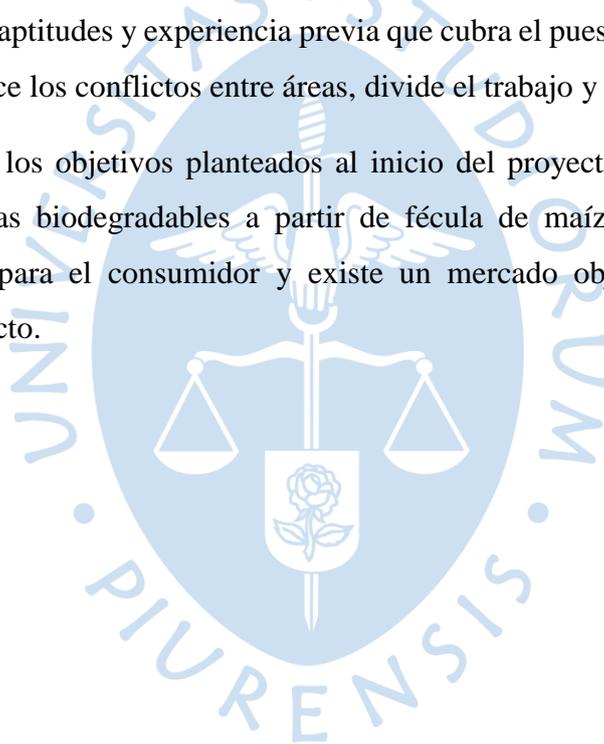
En la parte de la experimentación, se concluye que para obtener la dureza y rigidez característica de un empaque de ese tipo es necesario agregar aditivos con propiedades

endurecedoras como el colapiz y la goma de arroz, pues los insumos principales no le brindaban la consistencia ideal.

Por medio de la investigación de mercado, se determinó que los piuranos se encuentran interesados en reemplazar las bandejas de polietileno expandido por una biodegradable, así como los encuestados nos brindaron diferentes ideas y consejos que le dará un valor agregado a nuestro producto. Esto quiere decir, que en la población piurana ha incrementado su conciencia ambiental contribuyendo de esa manera a lograr la meta de disminuir la contaminación por plástico en el país.

En el MOF se han identificado las funciones y puestos de trabajos que son necesarios para el funcionamiento de la planta, y para cada uno de ellos se han identificado los cargos, funciones específicas, aptitudes y experiencia previa que cubra el puesto; esto es de gran aporte al proyecto, pues reduce los conflictos entre áreas, divide el trabajo y fomenta el orden.

Se cumplió con los objetivos planteados al inicio del proyecto de diseñar un proceso productivo de bandejas biodegradables a partir de fécula de maíz, el prototipo tiene una apariencia agradable para el consumidor y existe un mercado objetivo que se encuentra interesado en el producto.



Referencias Bibliográficas

- ABJ. (2019). *Salud ocupacional e ingeniería en SST*. Obtenido de "Consultoría Integral en Seguridad y Salud en el trabajo": <https://abjingenieros.com/blog-post/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. *Cultivos Tropicales* , 113-120.
- América TV. (2018). *Ecopack Perú: emprendimiento que reemplaza el tecnopor y plástico*. Obtenido de América TV: <https://www.americatv.com.pe/noticias/estilo-de-vida/ecopack-peru-envases-y-productos-biodegradables-n332707>
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (Marzo de 2001). *Norma Española*. Obtenido de UNE - EN 13432: <https://es.scribd.com/document/281660871/UNE-EN-13432>
- Asturias, M. (2004). *Maíz de alimento sagrado a negocio del hombre*. Ecuador: Acción Ecológica.
- Baqué. (8 de enero de 2019). *Diferencia entre biodegradable y compostable*. Obtenido de <https://www.baque.com/es/blog/diferencia-entre-biodegradable-y-compostable/>
- Belaúnde Terry, F. (8 de Febrero de 1965). *SE APRUEBA EL REGLAMENTO PARA LA APERTURA Y CONTROL SANITARIOS DE PLANTAS INDUSTRIALES*. Obtenido de https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Proteccion_del_Medio_Ambiente/Reglamento_de_apertura_de_Plantas_Industriales_DS_029_65_DGS.pdf
- By the Editors of Organic Life. (6 de Junio de 2018). *GH*. Obtenido de How to Grow Corn in Your Own Backyard: <https://www.goodhousekeeping.com/home/gardening/a20705742/how-to-grow-corn/>
- CalRecycle. (26 de Julio de 2018). *www.calrecycle.ca.gov*. Obtenido de <https://www.calrecycle.ca.gov/Plastics/Resins/>
- Cedrón, J., & Landa, V. (2019). *Química General: Polímeros*. Obtenido de Química General: <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/82-polimeros.html>
- Corrillo Machicado, F., & Gutiérrez Quiroga, M. (2016). Estudio de Localización de un Proyecto. *Ventana Científica*, 29-33.

- Defensoría del Pueblo Piura. (18 de Febrero de 2017). *SPDA, Actualidad Ambiental*.
Obtenido de <https://www.actualidadambiental.pe/piura-de-200-toneladas-de-basura-al-dia-50-no-son-recogidas/>
- Diario El Comercio. (17 de octubre de 2019). *www.diariocorreo.pe*. Obtenido de <https://diariocorreo.pe/economia/produccion-de-plasticos-en-el-peru-alcanzara-el-millon-de-toneladas-este-ano-848406/>
- Doggett, J., & Chrisp, L. (2019). *World of Corn*. Obtenido de National Corn Growers Association (NCGA): <http://www.worldofcorn.com/#/>
- EcoLove Perú. (2019). *Nosotros: EcoLove Perú*. Obtenido de EcoLove Perú: <http://www.ecoloveperu.com/nosotros/>
- Ecoshell. (2019). *Acerca de nosotros: Ecoshell*. Obtenido de Ecoshell: <https://www.ecoshell.com.mx>
- El Comercio. (23 de 10 de 2018). *Tecnopor: Industria tardaría cinco años en adecuarse a la prohibición de su uso*. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/economia/peru/tecnopor-industria-tardaria-cinco-anos-adecuarse-prohibicion-noticia-570593>
- El Peruano. (19 de 12 de 2018). *LEY QUE REGULA EL PLÁSTICO DE UN SOLO USO Y LOS RECIPIENTES O ENVASES DESCARTABLES*. Obtenido de El Peruano: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-regula-el-plastico-de-un-solo-uso-y-los-recipientes-ley-n-30884-1724734-1/>
- Encyclopaedia Britannica. (2017). *Polymerization: Chemical reaction*. Obtenido de Encyclopaedia Britannica: <https://www.britannica.com/science/polymerization>
- ERENOVABLE.COM. (26 de enero de 2018). *Biodegradables- Qué es , ejemplos y ventaes de materiales biodegradables*. Obtenido de <https://erenovable.com/biodegradable-que-es/>
- Esterkin, J. (Febrero de 2008). Obtenido de <https://iaap.wordpress.com/2008/02/22/que-es-el-juicio-de-expertos/>
- FAO. (13 de Octubre de 2016). *Análisis fisicoquímico del almidón*. Obtenido de <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>
- Foro Económico Mundial y la Fundación Ellen MacArthur. (2016). *La nueva economía de los plásticos: repensar el futuro de los plásticos*. Davos: Foro Económico Mundial.
- FUNIBER. (4 de octubre de 2017). *Composición nutricional del almidón de maíz*. Obtenido de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/ALMIDON-DE-MAIZ-1>
- GenWords. (2018). Obtenido de <https://www.genwords.com/blog/brainstorming>
- Grasso, L. (2006). Importancia de la encuesta como técnica de investigación. En L. Grasso, *Encuestas. Elementos para su diseño y análisis* (pág. 186 p.). Córdoba: Encuentro Grupo Editor.
- Grasso, L. (2006). Planificación y realización de una encuesta. En L. Grasso, *Encuestas. Elementos para su diseño y análisis* (pág. 186 p.). Córdoba: Encuentro Grupo Editor .
- Greenpack SAS. (2019). *Quiénes somos: Greenpack*. Obtenido de Greenpack: <https://greenpack.com.co/quienes-somos/>

- Group, S. (26 de setiembre de 2019). *Envases Biodegradables: pros y contras*. Obtenido de <https://www.spg-pack.com/blog/envases-biodegradables-pros-y-contras/>
- Huamachuco de la Cuba, C. (Noviembre de 2013). *La Cadena de Valor de Maíz en el Perú*. Obtenido de Diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas.: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2654/1/BVE17038732e.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística. (2019). *Informe Técnico: Producción Nacional*. Lima: INEI.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (Noviembre de 2013). *www.iica.int*. Obtenido de Cadena de valor de maíz en el Perú: <https://www.iica.int/es/content/la-cadena-de-valor-de-maiz-en-el-peru>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (Junio de 2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf
- Julieth Yadira Serrano Riaño. (Diciembre de 2010). Dialnet. *Teoría y Praxis Investigativa*, 84. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3702404>
- La República. (06 de agosto de 2018). La producción de maíz amarillo duro es insuficiente para la demanda nacional. *La República*, pág. 1.
- MagnaPlus. (2019). *Los plásticos*. Obtenido de MagnaPlus: <https://lujan.magnaplus.org/articulo/-/articulo/RT355/los-plasticos>
- MINAG. (2017). *www.peru.org.tw*. Obtenido de http://www.peru.org.tw/web/data/file/userfiles/files/natural%20products/ficha_maizmorado.pdf
- Ministerio de Agricultura del Perú. (Diciembre de 2012). *www.minagri.gob.pe*. Obtenido de http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomia_maizamilaceo.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego . (2015). *www.minagri.gob.pe*. Obtenido de <http://minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/30-sector-agrario/maiz/250-maiz?start=2>
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2018). *Plan Nacional de Cultivos*. Obtenido de (Campaña Agrícola 2018-2019): https://www.agromoquegua.gob.pe/doc/PLAN_NACIONAL_DE_CULTIVOS_2018-2019.pdf
- Ministerio de Salud. (2019). *Ministerio de Salud*. Obtenido de [gob.pe:](https://www.gob.pe/minsa/) <https://www.gob.pe/minsa/>
- Ministerio del Ambiente. (9 de Febrero de 2019). *www.minam.gob.pe*. Obtenido de Cifras del mundo y del Perú: <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- Ministerio del Ambiente. (2019). *www.minan.gob.pe*. Obtenido de Productos alternativos al plástico: <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/alternativas-al-plastico/>
- Muñoz Cabanillas, M. (2002). *Capítulo V. Diseño de distribución en planta en una empresa textil*. Obtenido de Tesis digitales UNMSM: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/munoz_cm/cap4.pdf

- NaturePlast. (s.f.). Obtenido de <http://natureplast.eu/es/aplicaciones-de-los-bioplasticos/envases-cosmeticos-y-bioplastico/>
- Obrador Rousseau, J. (1984). *Cosecha de granos*. Obtenido de Trigo, maíz, fréjol y soya: <http://www.fao.org/3/x5051s/x5051s03.htm>
- Ocean Conservancy. (Junio de 2017). *International Coastal Cleanup*. Obtenido de https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2017/06/International-Coastal-Cleanup_2017-Report.pdf
- PlasticsEurope. (2016). *Participación en la producción mundial de plásticos(%)*. Obtenido de Cálculo Dinero: <https://www.plasticseurope.org/es/resources/market-data>
- Qaya Perú. (2019). *Comunidad: Qaya Perú*. Obtenido de Qaya Perú: <https://www.qayaperu.org/#comunidad>
- QuimiNet. (31 de octubre de 2007). *Todo sobre el Zea mays o Maíz*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/todo-sobre-el-zea-mays-o-maiz-23238.htm>
- Rodriguez, S. (4 de agosto de 2015). Características físico-químico del maíz. Venezuela: Instituto de ciencia y tecnología de alimentos.
- Romero Bermúdez, E., & Díaz Camacho, J. (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos . *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 17.
- Schmidt, P.N.S.; Cioffi, M.O.H; Voorwald, H.J.C y Silveira, J.L. (2011). Prueba de flexión en poliestireno reciclado. Guaratinguetá: Elsevier Ltd.
- Sifuentes, C. (15 de febrero de 2017). *El maíz peruano*. Obtenido de <https://www.aboutespanol.com/el-maiz-peruano-806848>
- Speight, D. J. (2017). Environmental Organic Chemistry for Engineers. *ScienceDirect*, 87-151.
- Távora Rivera Raúl. (2004). *Capítulo III: Diagnóstico del reciclaje de plásticos en Piura*. Piura: Pirhua.
- UNESCO. (2017). *UNESCO*. Obtenido de <http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/%20cultural-diversity/diversity-of-cultural%20expressions/tools/policy-guide/planificar/diagnosticar/arbol-de-problemas/>
- Universidad Carlos III de Madrid. (2019). *Materiales poliméricos*. Obtenido de Open Course Ware - uc3m: http://ocw.uc3m.es/ciencia-e-oin/tecnologia-de-materiales-industriales/bloque-vi/Tema20-metodos_procesado_polimeros.pdf
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (2011). Poliestireno Expandido (ESP) y su problemática ambiental. *kuxuljab: Revista de Divulgación División Académica de Ciencias Biológicas*, 81.
- Valencia Napán, A. (2019). *Ingeniería de Plantas. Cálculo de áreas*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP: [file:///C:/Users/Alessandra/Downloads/Ingenier%C3%ADa%20de%20Plantas%2010%20-%20C%C3%A1culo%20de%20C%C3%A1reas%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Alessandra/Downloads/Ingenier%C3%ADa%20de%20Plantas%2010%20-%20C%C3%A1culo%20de%20C%C3%A1reas%20(2).pdf)
- Vizcarra Cornejo, M. A. (2 de Noviembre de 2018). *El Peruano*. Obtenido de Diario oficial del Bicentenario: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que->

aprueba-la-reduccion-del-plastico-de-un-decreto-supremo-n-013-2018-minam-1708562-2/

Wikipedia. (6 de septiembre de 2019). *Poaceae*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Poaceae>

ZeaPlast. (2012). *Plásticos biodegradables*. Obtenido de ZeaPlast: <http://www.zeaplast.cl/plasticos-biodegradables/tipos-de-bioplasticos+-21>





Apéndices



Apéndice A. Prueba de perforación.
Fuente: Elaboración propia.



Apéndice B. Prototipo final después de 24 horas.
Fuente: Elaboración propia.



Apéndice C. Prototipo final después de 48 horas.
Fuente: Elaboración propia.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

Urb. Miraflores-Campus Universitario S/N- Castilla-Piura
Teléfonos: (073)-284700- (073)-285251
labocontrolfip@unp.edu.pe



INFORME DE ENSAYO N° 212-2019

SOLICITANTE

: GARCIA CALOPIÑA, LUIS
: GARCIA CORONADO, ANDREA
: OLAYA CASTILLO, PABLO
: ROSAS NAMUCHE, GABRIELA
: VIGNOLO URBINA, DANIELA
: UDEP - PIURA

DOMICILIO LEGAL

: **Agua potable con residuos de Polímero**

PRODUCTO DECLARADO

: Agua potable

PROCEDECENCIA DE LA MUESTRA

: "Diseño del Proceso Productivo de Bandejas Biodegradables a partir de Almidón de Maíz"

Trabajo de Investigación

CANTIDAD DE MUESTRA

: 1 Muestras x 600 ml

FORMA DE PRESENTACIÓN

: En frasco de polietileno a temperatura de refrigeración

MUESTREO

: Realizado por el solicitante/Muestra alcanzada al laboratorio

DOCUMENTOS NORMATIVOS

: No aplica

ENSAYOS REALIZADOS EN

: Laboratorio de ensayos instrumentales

FECHA DE RECEPCIÓN

: 06-11-2019

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO

: 06-11-2019

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO

: 11-11-2019

ENSAYOS	RESULTADOS
FISICOQUÍMICOS	
DBO5 (mg/L)	25.33
DQO (mg/L)	42.19

MÉTODO:

1. **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
2. **DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO:** MEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method.
OXÍGENO DISUELTUO: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 23rd Ed. Oxygen (Dissolved), Membrane Electrode Method

Piura, 11 de noviembre de 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

ING. HUALTER LEYTON MASIAS M.Sc.
JEFE
CIP. 22850

Plano



Plano 1. Planta y distribución
Fuente: Elaboración propia.